

OLIVA

EDIZIONE ITALIANA

N° 118 • 2012

CONSIGLIO OLEICOLO INTERNAZIONALE



Indice

OLIVÆ No. 118 · 2012

- 3 Performance delle varietà di olivo Arbequina, Haouzia e Menara in condizioni pluviali nella regione di Meknès in Marocco
A. Mahhou, Y. Nabil, A. Hadiddou, A. Oukabli e A. Mamouni
- 22 Progettazione e gestione dell'oliveto a siepe: effetto sulla produzione e qualità dell'olio*
M. Gómez del Campo, E. Trentacoste e D. J. Connor
- 32 Potenziale antiossidante degli estratti di legno di potatura di olivi, cv. Arbequina, provenienti da Catamarca. Argentina
C. Salim Rosales, P. Gómez, E. Gómez, N. Rodríguez e M. Bravo
- 47 L'influenza dei fattori tecnologici sulla qualità degli oli vergine di oliva
M. Servili
- 55 Sistemi di produzione in olivicoltura
R. Fernández-Escobar, R. de la Rosa, L. León, J. A. Gómez, L. Testi, F. Orgaz, J. A. Gil-Ribes, E. Quesada-Moraga, A. Trapero e M. Msallem

OLIVÆ

Rivista Ufficiale del Consiglio Oleicolo Internazionale
Pubblicata in Arabo, francese, inglese, italiano e spagnolo.

Príncipe de Vergara, 154.
28002 Madrid, España.
Tel.: 34-915 903 638
Fax: 34-915 631 263
E-mail: iooc@internationaloliveoil.org

ISSN: 0255-996X

Deposito legale: M-18626-1984

Progetto grafico, Artegraf, S.A.

La denominazioni utilizzate e i dati riportati in questa pubblicazione non implicano alcuna espressione di opinione della Segreteria Esecutiva del COI in merito allo stato giuridico di paesi, territori, città o zone, o della loro autorità, né sul tracciato delle loro frontiere o limiti.

Il contenuto degli articoli riportati in questa pubblicazione non riflette necessariamente il punto di vista della Segreteria Esecutiva del COI in materia

La riproduzione parziale o totale degli articoli di OLIVÆ è autorizzata a condizione di indicare l'origine.

* Articolo precedentemente pubblicato nel no. 24 della *Revista de Fruticultura*.

Performance delle varietà di olivo Arbequina, Haouzia e Menara in condizioni pluviali nella regione di Meknès in Marocco

A. Mahhou¹, Y. Nabil², A. Hadiddou³, A. Oukabli³ e A. Mamouni³

¹ IAV Hassan II, Rabat, a.mahhou@iav.ac.ma & a.mahhou@gmail.com

² Ufficio Regionale per la Valorizzazione Agricola di Haouz.

³ Centro Regionale di Ricerca Agronomica di Meknès.

SINTESI

L'obiettivo del presente studio è la valutazione del comportamento delle varietà d'olivo Haouzia, Menara e Arbequina in condizioni pluviali nella regione di Meknès. Abbiamo così determinato le caratteristiche carpometriche dei frutti e valutato i parametri che possono aiutare gli olivicoltori a identificare la data di raccolta. A tal fine, abbiamo calcolato l'indice di maturità, nonché stabilito il contenuto di olio e polifenoli durante la maturazione. Abbiamo altresì determinato il quantitativo di acido oleico e linoleico negli oli. Il monitoraggio della fioritura e dell'allegagione ha permesso di valutare l'efficacia dell'impollinazione e della fecondazione che sono state misurate attraverso i livelli di rendimento registrati.

Il contenuto di olio, polifenoli e acido oleico si è rivelato diverso a seconda della varietà. Il contenuto massimo di polifenoli registrato per l'Arbequina è stato di 1833 ppm. È inferiore a quello di Menara e Haouzia, rispettivamente con 2134 e

2127 ppm. Il contenuto massimo di olio rispetto alla materia fresca è stato invece del 23,6% per la varietà Menara, seguita dall'Haouzia con il 23,3% e dall'Arbequina con il 17,56%. La combinazione di tali parametri ha permesso di stabilire il periodo ottimale di raccolta che corrisponde al contenuto ottimale di olio e polifenoli. Per questa campagna, il periodo ottimale di raccolta si è collocato dal 3 al 19 dicembre per l'Arbequina e fra il 3 dicembre e il 2 gennaio per Menara e Haouzia. Il periodo di fioritura dell'Arbequina è andato dall'8 al 29 aprile. Per Haouzia e Menara, è iniziato intorno al 15 aprile e si è concluso verso la fine della prima settimana di maggio. I tassi di allegagione registrati sono stati soddisfacenti, con il 15,36% per l'Arbequina, l'11% per l'Haouzia e il 12% per la Menara. I rendimenti medi su quattro anni sono stati di 44 Kg/albero per la Menara, 37,25 Kg/albero per l'Arbequina e 35,5 Kg/albero per l'Haouzia.

Parole chiave: varietà, olio d'oliva, oliva, caratteristiche carpometriche, data

ottimale di raccolta, indice di maturità, contenuto di olio, contenuto di polifenoli.

INTRODUZIONE

L'olivicoltura riveste una grande importanza socio-economica in Marocco, dove contribuisce in misura del 5% al PIL agricolo nazionale. Estese su una superficie di 784.000 ettari, le aziende nazionali totalizzano una produzione di 1.500.000 tonnellate di olive. Il paese produce anche 160.000 tonnellate d'olio d'oliva e 90.000 tonnellate di olive da tavola. In termini di esportazioni, 17.000 tonnellate d'olio d'oliva e 64.000 tonnellate di olive da tavola finiscono sui mercati internazionali e generano oltre 15 milioni di giornate di lavoro (MAPM, 2012).

Negli ultimi decenni, l'incremento della domanda di olio e di olive da tavola a livello di mercati internazionali e nazionali è stato considerevole. È frutto di ricerche che hanno evidenziato il valore biologico di questi prodotti e il loro importante ruolo

lo nella prevenzione di determinate malattie. Alla luce di tali dati, lo stato ha attuato una strategia che permetterà di arrivare a un milione duecentoventimila ettari entro il 2020, attraverso l'implementazione dei progetti *Pilier I* e *Pilier II* del piano 'Marocco Verde'.

I vincoli che ostacolano lo sviluppo del settore in Marocco risultano tuttavia numerosi e importanti. Sono principalmente legati all'insufficienza delle precipitazioni, alle tecniche di coltivazione spesso tradizionali e applicate in modo sommario, nonché all'infrastruttura di trasformazione non sufficientemente modernizzata.

Allo scopo di riassorbire il deficit nazionale e consolidare la sua posizione sul mercato internazionale dell'olio d'oliva e delle olive da tavola, il Marocco ha adottato nel 2009 una strategia nell'ambito del piano 'Marocco Verde' che prevede entro il 2020 la realizzazione di 510 progetti integrati per il miglioramento della produttività e della qualità, lo sviluppo di una valorizzazione forte e perenne, l'implementazione di due poli olivicoli per il potenziamento della ricerca nelle zone di Marrakech e Meknès, nonché la promozione e la diversificazione delle esportazioni con il consolidamento dei programmi di inquadramento e ricerca applicata.

Il settore olivicolo nazionale rimane dominato dalla "Picholine marocchina" che è una varietà-popolazione adattata alle condizioni edafiche del paese. Questa varietà è a duplice attitudine: oliva da tavola (verde e nera) e olio. La produttività va da media a buona, se sussistono tutte le condizioni di produzione. Presenta tuttavia un'alternanza piuttosto netta, soprattutto in condizioni pluviali. Per questo motivo, l'Istituto Nazionale di Ricerca Agronomica ha selezionato due cloni della Picholine marocchina che sono Haouzia e Menara. Il primo ha il frutto di forma ovale con calibro superiore a quello della Picholine marocchina (da 3,3 a 5 g) e un utilizzo a duplice attitudine. Il contenuto medio di olio è del 20 - 24% e quest'ultimo presenta una buona qualità (stabile, ricco di acido oleico e di polifenoli).

Il contenuto di acqua e olio delle olive varia a seconda della cultivar e delle condizioni di coltivazione. Così, in Marocco, il contenuto di olio rispetto al peso secco è del 37% per l'Arbequina e del 30% per la Picholine marocchina (Boulouha, 2006). Inoltre, il contenuto di olio rispetto alla materia fresca dell'Arbequina - coltivata in regime irrigato in California - varia dal 22 al 27% (Vossen, 2005). Per l'Haouzia, il contenuto di olio è del 20-24%, pubblicato nella scheda

varietale dell'INRA (Boulouha et al. 2006a), e del 23,2% riferito da Hadiddou et al. (2006) nonché dal Catalogo Mondiale delle Varietà di Olivo (Consiglio oleicolo internazionale, 2000). El Ajel (2006) e Rafik (2008) hanno tuttavia riscontrato contenuti meno elevati, con un quantitativo di olio rispetto alla materia fresca rispettivamente del 20,3% e del 21,8%. Il contenuto di olio rispetto alla materia fresca della Menara ha evidenziato un valore medio del 24%, rilevato da Hadiddou et al. (2006). Lo stesso contenuto è registrato nel Catalogo Mondiale delle Varietà di Olivo (Consiglio oleicolo internazionale, 2000) e concorda con il valore del 23,2% rilevato da Rafik (2008).

Il contenuto di polifenoli cambia in funzione della varietà (Cimato et al., 1996; Pannelli et al., 2001; Sweeney, 2005). Vossen (2005) ha precisato che il contenuto di polifenoli delle varietà di olivo passa da valori molto elevati, come nel caso della Koroneiki e della Coratina, a molto scarsi per altre varietà, come la Picual. Il monitoraggio dell'evoluzione della concentrazione di composti fenolici riveste particolare interesse, poiché queste sostanze agiscono sulle caratteristiche organolettiche dell'olio d'oliva e sulla sua stabilità ossidativa (Chimi, 1987, Chimi et al., 1991). Fantozzi e Montedero (1978)

segnalano che la concentrazione dei composti fenolici della polpa di oliva evolve in funzione del grado di pigmentazione. Passa così da 2065 (mg di acido gallico/100 g di pasta d'oliva secca) allo stadio verde, a 2285 allo stadio semi-nero, poi a 1997 allo stadio nero. Gli autori ne traggono la conclusione che il contenuto di polifenoli nell'oliva è ottimale allo stadio semi-nero e che è inoltre associato agli oli di migliore qualità.

La medesima tendenza del contenuto di polifenoli è stata registrata da Atouati (1991) che ha riferito che il contenuto di composti fenolici totali aumenta dallo stadio verde allo stadio semi-nero, dopodiché precipita allo stadio nero. La tendenza è risultata invece inversa per il contenuto di olio, che era massimo allo stadio nero. Mahhou & al. (2011) hanno riferito che i contenuti di polifenoli hanno un andamento crescente con un valore massimo di 1823 ppm per l'Arbequina, 2192 ppm per la Koroneiki e 2113 ppm per la Picholine marocchina, poi cominciano a decrescere a partire da inizio dicembre per le tre varietà studiate nella regione di Settât in oliveto irrigato.

In regime pluviale anche la Haouzia è produttiva con un rendimento medio di 25 - 80 kg/albero. La Menara è caratterizzata da una produt-

tività superiore a 60 kg/albero (su 11 campagne) e da un contenuto di olio superiore al 20% con una buona tolleranza allo *Pseudomonas savastanoi* (tubercolosi). Oltre a questi cloni, sono state introdotte altre varietà straniere, soprattutto spagnole, per la loro produzione precoce e adattabilità alle forti densità (Arbequina). (Boulouha B & al. 2006)

L'obiettivo del presente lavoro è stabilire le caratteristiche delle olive e degli oli d'oliva in diversi periodi di raccolta, onde determinare il periodo ottimale di raccolta per le tre varietà Arbequina, Menara e Haouzia coltivate in condizioni pluviali nella regione di Meknès.

2. MATERIALE E METODI

2.1. Caratteristiche del luogo

Il presente studio è stato realizzato nell'appezzamento sperimentale dell'INRA ad Ain Taoujdâte, situato nella pianura del Sâs a 30 Km da Meknès nella Provincia di El Hajeb (altitudine: 550 m, latitudine: 33°, longitudine: 5°) durante la campagna agricola 2008/2009.

Il luogo della sperimentazione è caratterizzato da terreni alluvionali: suoli profondi marrone rosso, poco calcarei, argillo-sabbiosi.

Ain Taoujdâte è una regione con una pluviometria annuale media di 500 mm; le precipitazioni si distribuiscono fra settembre e aprile, concentrandosi per lo più nei mesi di novembre e dicembre, mentre la stagione secca va da giugno a settembre. La pluviometria annuale durante questa campagna è stata di 700 mm. La media delle temperature minime è variata fra 4 °C per il mese più freddo (dicembre) e 18 °C per il mese più caldo (luglio), mentre la media delle temperature massime è variata negli stessi mesi tra 15 e 38 °C.

Lo studio ha preso in esame due cloni della Picholine marocchina, Haouzia e Menara, piantati nel 1989 nonché la varietà spagnola, Arbequina, piantata nel 1988 a una distanza di impianto di 7 m X 7 m, ossia una densità di 204 alberi/ha.

La varietà **Haouzia** è una selezione effettuata all'interno della Picholine marocchina. È rustica e presenta elevate capacità di rizogenesi (65% di riuscita). L'albero ha un vigore medio con portamento espanso. È a duplice attitudine e ha un contenuto di olio del 23%. È parzialmente autofertile. Entra in produzione a partire dal terzo anno. Rendimenti medi di 60 kg/albero con irrigazione e 25 - 80 kg/albero con regime pluviale favorevole (centro nord). È tollerante all'occhio

di pavone, alla tubercolosi e alla siccità.

La varietà **Menara** è anch'essa una selezione all'interno della Picholine marocchina. L'albero ha vigore medio in regime pluviale ed elevato con irrigazione. Il portamento è assurgente. Ha una capacità di rizogenesi molto elevata, pari al 70%. L'alternanza di produzione è del 30% inferiore a quella della Picholine marocchina. Entra in produzione a partire dal terzo anno. Rendimento medio con irrigazione, in età adulta, superiore a 60 kg/albero. In condizioni pluviali il rendimento è di 35 - 80 kg/albero. È resistente alla tubercolosi.

2.2. Modalità di campionamento

Per ogni genotipo studiato, abbiamo marchiato con vernice quattro alberi di olivo scelti a caso con un sistema del tutto randomico. In base alle date di prelievo indicate nella tabella 1, abbiamo raccolto un campione composito (1 kg) di olive di ogni genotipo, casualmente, ad altezza uomo e su rami diversi.

I campioni sono stati inseriti in sacchetti di plastica e inviati il giorno stesso in laboratorio per la caratterizzazione. Il resto del campione è stato riposto in congelatore a -20 °C fino al mo-

TABELLA 1.
Date di prelievo dei campioni di olive

N. campione	Data di prelievo
1	22/10/2008
2	05/11/2008
3	19/11/2008
4	03/12/2008
5	12/12/2008
6	19/12/2008
7	02/01/2009
8	09/01/2009
9	16/01/2009

mento dell'analisi fisico-chimica.

2.3. Analisi effettuate sulle olive

Determinazione dell'indice di maturità delle olive (IM)

Si basa sulla valutazione della colorazione di 100 oli-

ve prelevate a caso su un campione di 1 kg. Le olive sono state suddivise in 8 categorie, dalle olive con epidermide verde intenso o verde scuro alle olive con epidermide nera e polpa completamente scura.

L'indice di maturità delle olive è stato calcolato nel seguente modo:

$$\text{Indice di maturità} = \frac{[(0 \times n_0) + (1 \times n_1) + (2 \times n_2) + \dots + (7 \times n_7)]}{100}$$

dove $n_0, n_1, \dots, n_7$: il numero delle olive delle seguenti categorie:

0: olive con epidermide verde intenso o verde scuro;

1: olive con epidermide giallo intenso o giallastra;

2: olive con epidermide giallastra, che presentano macchie o zone rossastre;

3: olive con epidermide rossastra o viola chiaro;

4: olive con epidermide nera e polpa completamente verde;

5: olive con epidermide nera e polpa viola fino alla metà dello spessore;

6: olive con epidermide nera e polpa viola fino al nocciolo;

7: olive con epidermide nera e polpa completamente scura.

Determinazione delle caratteristiche carpometriche delle olive

Su un campione di 20 frutti, abbiamo stabilito il peso del frutto, del nocciolo e della polpa. Per la determinazione della forma dei frutti, abbiamo misurato -con l'aiuto di un calibro a corsoio- le lunghezze e larghezze di 20 frutti. Il rapporto fra le 2 dimensioni indica la forma del frutto in base alle norme stabilite dal Consiglio Oleicolo Internazionale (COI, 2000).

Determinazione del contenuto di acqua delle olive

Sono stati prelevati e pesati due campioni di 40 g di frutti (peso fresco). Sono stati messi a essiccare in una stufa regolata a 75 °C, per 48 ore, fino alla stabilizzazione del peso. All'uscita dalla stufa, i campioni sono stati pesati (peso secco). La differenza tra i due pesi e il peso dell'acqua è stata rapportata con 100 g di frutti onde ottenere il contenuto di acqua o umidità delle olive.

$$\text{Umidità ()} = \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso secco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$$

Determinazione del contenuto di olio delle olive

Il metodo Soxhlet

Un quantitativo di 70 g di olive macinate in un mortaio è stato messo a essiccare in una stufa a 105 °C, fino a ottenimento di un peso costante (~ 42 ore). L'olio recuperato viene pesato (M) e il contenuto di olio espresso in percentuale (in rapporto alla materia fresca e secca) e calcolato con le seguenti formule:

$$\text{THF ()} = \frac{M \times 100}{M_0}$$

$$\text{THS ()} = \frac{M \times 100}{M_1}$$

dove:

- **THF** = contenuto di olio rispetto alla materia fresca.
- **THS** = contenuto di olio rispetto alla materia secca.
- **M** = peso della materia grassa estratta.
- **M₀** = peso della materia fresca del campione.
- **M₁** = peso della materia secca del campione.

Per ogni campione, sono state effettuate tre ripetizioni, al fine di determinare il contenuto medio di olio per ogni varietà.

2.4. Metodi di analisi impiegati per l'olio

Polifenoli totali

Il metodo utilizzato per il dosaggio dei polifenoli totali è quello suggerito da Vasquez Roncero (1975). Si pesano 10 g di olio, si diluiscono con 50 ml di esano e si mettono in un imbuto separatore. L'estrazione dei polifenoli viene effettuata tre volte con 20 ml di metanolo: acqua (60%: 40%), agitando ogni volta per 2 min. 30 s. Ad ogni estrazione, gli strati inferiori vengono lasciati decantare direttamente in un matraccio tarato da 100 ml e completati con acqua distillata. È la soluzione di polifenoli. In un matraccio tarato da 50 ml, si mettono 35 ml di acqua distillata, 15 ml della soluzione di polifenoli e 2,5 ml del reattivo di Folin – Denis. Si agita per omogeneizzare la miscela e si lascia riposare 3 min. Si aggiungono 5 ml della soluzione di NaOH 6%, si completa fino al tratto di misura con acqua distillata e si mescola molto bene. Il bianco è realizzato nelle stesse condizioni del campione di olio. Dopo un'ora di riposo (45 min. minimo), la lettura dell'assorbanza viene effettuata con l'aiuto di uno spettrometro a 725 nm.

Acidi grassi

Si pesano circa 0,3 g di olio in un pallone da 50 ml, si aggiungono 2,5 ml di so-

dio metanolico, che conferisce alla soluzione una colorazione rosata intensa, dopodiché si mette il pallone sotto un refrigerante e si scalda a riflusso per 10 min. Si aggiungono 2,5 ml di metanolo solforico fino a scomparsa della colorazione rosa e si scalda di nuovo per 10 min. Dopo raffreddamento, con l'aiuto di un imbuto, si travasa la miscela in una provetta e si risciacqua il pallone con 6 ml di etano (versare 2 ml per 3 volte). Si completa la provetta con NaCl che aiuta gli esteri a galleggiare. Si recuperano gli esteri metilici galleggianti in superficie con l'aiuto di una micro-siringa. Si stabilisce la composizione di acidi grassi mediante cromatografia in fase gassosa.

2.5. Monitoraggio della fioritura e valutazione della fertilità

Epoca di fioritura

Per stabilire i periodi di fioritura delle varietà, sono state effettuate valutazioni visive una volta alla settimana, a partire dal mese di marzo, durante tutto il periodo di fioritura delle varietà studiate. Gli stadi valutati sono:

- Inizio fioritura con il 10% di fiori schiusi
- Piena fioritura con il 90% di fiori schiusi
- Fine fioritura caratterizzata dall'inizio della caduta dei petali.

Valutazione della fertilità

Il 29 aprile 2009, abbiamo contrassegnato quattro rami, uno per esposizione (sud, nord, est, ovest), su ognuno dei quattro alberi per ogni genotipo. Su questi rami abbiamo contato, nello

stesso giorno, il numero iniziale di fiori. Dopo la caduta fisiologica del mese di giugno, abbiamo contato il numero di fiori allegati o di piccoli frutti. Il calcolo del tasso di allegazione è stato effettuato in base alla formula:

$$\text{Tasso di allegazione } () = \frac{\text{Numero di fiori allegati}}{\text{Numero totale di fiori}} \times 100$$

2.6. Numero di valutazioni e analisi statistica

Tutte le analisi effettuate in laboratorio sono state ripetute tre volte. I risultati indicati nell'interpretazione sono la media delle tre valutazioni. I risultati sono stati analizzati con l'aiuto di Minitab per l'analisi della varianza e il calcolo delle statistiche descrittive: media, scarto tipo ecc.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1. Indice di maturità

Il monitoraggio dell'indice di maturità delle olive dei cloni marocchini Haouzia, Menara e della varietà Arbequina è stato realizzato fra il 22 ottobre 2008 e il 16 gennaio 2009 (tabella 2). Questo indice è variato fra 1,4 e 4,9 per i cloni della Picholine marocchina e fra 2,3 e 4,7 per l'Arbequina.

TABELLA 2.
Evoluzione dell'indice di maturità delle olive di Haouzia, Menara e Arbequina, in condizioni pluviali nella regione di Meknès in Marocco, per la campagna 2008/09

Data di prelievo	Arbequina	Haouzia	Menara
22/10/2008	2,3	1,4	1,4
05/11/2008	2,5	2,7	1,9
19/11/2008	2,5	3,5	3,2
03/12/2008	3,1	3,9	3,9
12/12/2008	3,4	4,3	4,1
19/12/2008	3,5	4,6	4,4
02/01/2009	4,1	4,6	4,6
09/01/2009	4,4	4,8	4,6
16/01/2009	4,7	4,9	4,8

Haouzia e Menara hanno evidenziato una maturità anticipata rispetto all'Arbequina. Le curve dell'indice di maturità presentano un andamento simile per i cloni Menara e Haouzia, tuttavia con un leggero anticipo per l'Haouzia.

3.2. Caratteristiche carpometriche delle olive

Il peso medio delle olive (tabella 3 e Figura 1) presenta un andamento simile per i tre genotipi, ma differisce tra i due cloni Haouzia e Menara e l'Arbequina. L'analisi della varianza ha evidenziato l'esistenza di un effetto varietà sul peso dei

frutti. La separazione delle medie dei pesi con il metodo di Tukey per ogni data di prelievo ha permesso di distinguere 2 gruppi omogenei che sono i due cloni della Picholine marocchina e l'Arbequina, tranne per le date del 05/11/2008, 09/01/2009 e 16/01/2009 in cui si è riscontrata una netta differenza tra le tre varietà, quindi 3 gruppi omogenei. L'Arbequina, che è una varietà da olio, ha un peso medio del frutto inferiore a quello dei due cloni a duplice attitudine. Il peso medio dei frutti è passato - tra l'inizio e la fine dei prelievi - da 0,86 a 1,61 g, da 2,13 a 2,45 g e da 1,92 a 2,55 g, rispettivamente per Arbequina, Haouzia e Menara, registrando così un au-

mento rispettivo dell'87, 15 e 33%. La tendenza registrata del peso dei frutti concorda con i risultati di Atouati (1991), Idrissi (1994), Lachir e Sidi Baba (1994), El Cadi ed El Jamaï (1998), Fagih e Hmama (1999). Rafik (2008) - che aveva lavorato nello stesso oliveto durante la campagna precedente (2006/07) - ha riferito risultati analoghi con un peso medio del frutto di 1,7 g per l'Arbequina, 2,4 g per l'Haouzia e 2,3 g per la Menara. Il peso medio della varietà Arbequina è leggermente inferiore a quello rilevato da Mahhou & al. (2011) nelle condizioni della regione di Settât in regime irrigato.

TABELLA 3.

Evoluzione dei pesi medi di frutto, polpa e nocciolo di oliva e del rapporto polpa/nocciolo per Arbequina, Haouzia e Menara nelle condizioni pluviali della regione di Meknès, Marocco, durante la campagna 2008/09

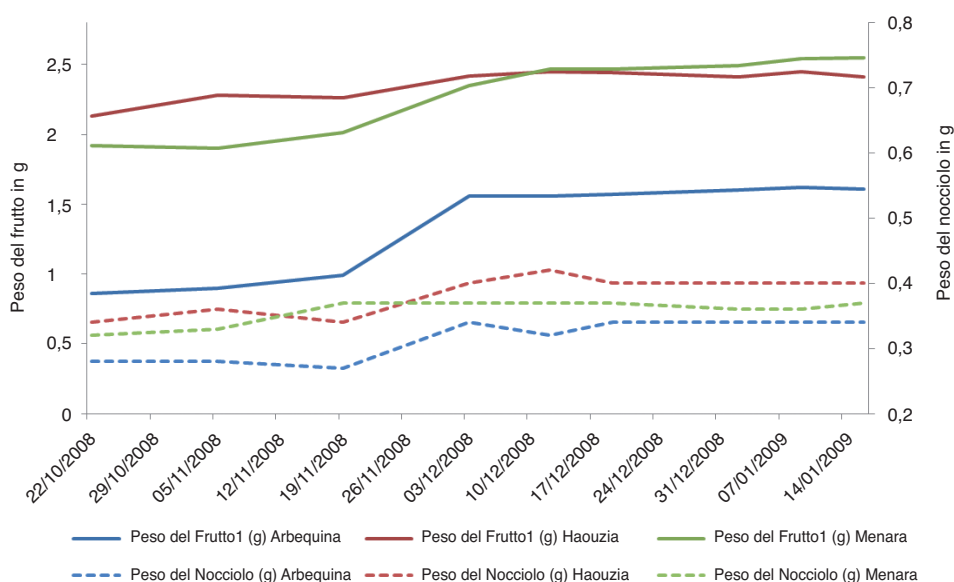
Data	Peso del Frutto ¹ (g)			Peso del Nocciolo (g)		
	Arbequina	Haouzia	Menara	Arbequina	Haouzia	Menara
22/10/2008	0,86 a	2,13 b	1,92 b	0,28 a	0,34 b	0,32 b
05/11/2008	0,90 a	2,28 c	1,90 b	0,28 a	0,36 c	0,33 b
19/11/2008	0,99 a	2,26 b	2,01 b	0,27 a	0,34 b	0,37 b
03/12/2008	1,56 a	2,42 b	2,35 b	0,34 a	0,40 b	0,37 ab
12/12/2008	1,56 a	2,45 b	2,47 b	0,32 a	0,42 c	0,37 b
19/12/2008	1,57 a	2,44 b	2,47 b	0,34 a	0,40 c	0,37 b
02/01/2009	1,60 a	2,41 b	2,49 b	0,34 a	0,40 b	0,36 a
09/01/2009	1,62 a	2,45 b	2,54 c	0,34 a	0,40 b	0,36 a
16/01/2009	1,61 a	2,41 b	2,55 c	0,34 a	0,40 c	0,37 b

¹ Per ogni data e parametro, le medie che hanno una lettera in comune non sono significativamente diverse alla soglia del 5% in base al test di Tukey.

TABELLA 3. (Segue)

Data	Peso della Polpa (g)			Polpa/Nocciolo		
	Arbequina	Haouzia	Menara	Arbequina	Haouzia	Menara
22/10/2008	0,58 a	1,79 b	1,60 b	2,07 a	5,26 b	5,00 b
05/11/2008	0,62 a	1,91 c	1,57 b	2,22 a	5,30 c	4,76 b
19/11/2008	0,73 a	1,91 c	1,63 b	2,71 a	5,62 c	4,41 b
03/12/2008	1,22 a	2,02 b	1,98 b	3,58 a	5,05 b	5,35 b
12/12/2008	1,24 a	2,03 b	2,09 c	3,87 a	4,83 b	5,65 c
19/12/2008	1,23 a	2,04 b	2,10 c	3,62 a	5,10 b	5,66 b
02/01/2009	1,26 a	2,02 b	2,13 c	3,71 a	5,05 b	5,92 b
09/01/2009	1,28 a	2,05 b	2,18 c	3,77 a	5,13 b	6,05 b
16/01/2009	1,27 a	2,01 b	2,18 c	3,74 a	5,02 b	5,89 b

Figura 1. Evoluzione della crescita di frutto e nocciolo per Arbequina, Haouzia e Menara nelle condizioni pluviali di Meknès durante la campagna 2008/2009



Così, il peso medio dei frutti, carattere correlato alla varietà, rimane influenzato dalle condizioni annuali dell'ambiente e di gestione che possono generare variazioni importanti.

Il peso medio del nocciolo di Haouzia allo stadio nero è di 0,4 g, anche nell'intervallo 0,3 g - 0,45 g del Catalogo Mondiale delle Va-

rietà di Olivo (Consiglio oleicolo internazionale, 2000) rimane inferiore agli 0,75 g riferiti dall'INRA negli oliveti irrigati di Menara a Marrakech. Per la Menara, il peso medio del nocciolo di 0,37 g resta nella forbice 0,3-0,45 g della scheda varietale del clone Menara nel Catalogo Mondiale delle Varietà di Olivo (Consiglio oleicolo internazionale,

2000) e rimane inferiore agli 0,5 g riferiti dall'INRA Marrakech nelle colture irrigate di Menara. Il peso medio finale dell'endocarpo dell'Arbequina è di 0,34 g, che supera i valori di Romero e Diaz (2005) e di Sweeney (2005), i quali propongono un peso di 0,27 g. Taiebi (2008) ha registrato per l'Arbequina, in regime irrigato, un peso dell'endocarpo di 0,26 g. Tuttavia, Rafik (2008) - nelle stesse condizioni pluviali del nostro test - ha riferito un peso del nocciolo di 0,4 g per l'Arbequina, mentre per la Menara e l'Haouzia il peso del nocciolo era di 0,5 g, un valore che resta superiore a quelli registrati quest'anno per i due cloni. Il peso del nocciolo dipende quindi dalle condizioni di coltivazione e dalle condizioni climatiche dell'anno. Il peso medio dell'endocarpo è dunque un carattere correlato alla varietà, ma che rimane variabile in funzione delle condizioni dell'ambiente e di gestione.

Il rapporto Polpa/Nocciolo è di 3,87 per l'Arbequina, 5,62 per l'Haouzia e 6,05 per la Menara (Tabella 3). Il rapporto dell'Haouzia è in linea con i dati della scheda tecnica dell'olivo (Boulouha et al., 2006a) che indica un rapporto da 4 a 6. Ma per la Menara il rapporto nella nostra sperimentazione è superiore a quello della scheda che va da 3 a 5. Barranco et al. (1999) hanno indicato che le varietà da tavola devono avere un rapporto pari almeno a 5. Così i cloni marocchini nelle condizioni del test hanno raggiunto un peso del frutto e un rapporto polpa/nocciolo che li rendono idonei alle conserve. Per l'Arbequina, Tous et al. (1998) e Rallo et al. (2005) avevano indicato un rapporto di 3,9, prossimo a quello registrato nel test per quest'anno (3,87).

Il rapporto L/l, che rappresenta la forma del frutto, praticamente non cambia durante l'evoluzione di quest'ultimo per una determinata varietà. Il valore medio del rapporto L/l è di:

- 1,17 per l'Arbequina che corrisponde a una forma sferica
- 1,26 per Haouzia e 1,31 per Menara, forma ovoidale, in linea con la descrizione del Consiglio oleicolo internazionale (2000).

3.3. Composizione delle olive

3.3.1. Evoluzione dell'umidità

Il contenuto di acqua dei frutti delle tre varietà diminuisce con la maturazione, passando dal 61 al 56% per l'Arbequina, dal 65 al 56% per la Menara e dal 65 al 58% per l'Haouzia. Faqih e Hmama (1999) hanno riferito che in uno stadio avanzato di maturità, l'umidità evidenzia un leggero calo a causa della traspirazione del frutto. Analoghe osservazioni sono state effettuate da altri autori (Atouati, 1991; Idrissi, 1994; Lachir e Sidi Baba, 1994; Lamrini, 1995; Rahmani et al., 1997; El Cadi e Jamaï, 1998).

Secondo la classificazione proposta da Del Río e Caballero (1994) per il contenuto di acqua delle olive (Molto basso: <40; Basso: 40-50; Medio: 50-60; Elevato: 60-70; Molto elevato: >70), si può dedurre che le tre varietà possono essere classificate nella categoria media.

3.3.2. Evoluzione del contenuto di olio

L'evoluzione del contenuto di olio delle olive (in percentuale rispetto alla materia fresca) per le tre varietà è riportata nella tabella 5 e figura 2. Ogni varietà ha il proprio contenuto di olio che è

una caratteristica varietale. A tale proposito, Walali et al. (1984) hanno riscontrato una differenza a livello di contenuto di olio fra i cloni della Picholine marocchina. Boulouha (2006 b) afferma che esiste una differenza di contenuto di olio rispetto alla materia secca fra le varietà Haouzia (48%), Menara (56%) e Arbequina (37%). Durante questa campagna e nelle condizioni del nostro test, Haouzia e Menara hanno un contenuto di olio rispetto alla materia fresca (23%) più elevato dell'Arbequina (17,6%). Quest'ultima rimane al di sotto del contenuto riferito da altri autori, pari al 22,6% (El Ajal, 2006) e al 23% (Ouazzani et al., 2002); nella regione di Meknès in oliveti irrigati e al 25,7% (Taiebi, 2008); in regime irrigato nella regione di Settât. Il contenuto di olio rispetto alla materia fresca dell'Arbequina, coltivata con irrigazione in California, varia dal 22 al 27% (Vossen, 2005). Per l'Haouzia, il contenuto di olio è del 23,3%, nella forbice del 20-24% pubblicata nella scheda varietale dell'INRA (Boulouha et al. 2006a) e concorda con il valore del 23,2% riferito da Hadiddou et al. (2006) nonché con quello del Catalogo Mondiale delle Varietà di Olivo, che è del 23% (Consiglio oleicolo internazionale, 2000). Sono stati tuttavia riscontrati contenuti meno elevati da El Ajal (2006) e Rafik (2008) con un quantitativo di

olio rispetto alla materia fresca rispettivamente del 20,3% e 21,8%. La Menara ha evidenziato un contenuto di olio del 23,6% che corrisponde al valore medio del 24% proposto da Hadiddou

et al. (2006). Lo stesso contenuto è registrato nel Catalogo Mondiale delle Varietà di Olivo (Consiglio oleicolo internazionale, 2000) e concorda con il valore del 23,2% rilevato da Rafik (2008).

Il contenuto di olio dei frutti aumenta con la maturità, passando dal 14,5% al 17,6% per l'Arbequina, dal 18,1% al 23,3% per l'Haouzia e dal 19,5% al 23,6% per la Menara. Questi valori massimi sono stati raggiunti a inizio dicembre e il contenuto di olio si è successivamente stabilizzato. La differenza di contenuto di olio tra le date dei prelievi è stata riferita da Walali et al. (1984) per cinque cloni della Picholine marocchina. El Antari (2006) ha riferito questa differenza tra Menara e Haouzia per date di prelievo tra ottobre e novembre. La biosintesi dell'olio è rapida dallo stadio verde delle olive fino alla completa colorazione nera, dopo di che segue una fase di stabilizzazione del contenuto di olio (Uceda e Frias, 1975, Suarez, 1984 e Civantos, 1999), se non addirittura un lieve calo negli stadi avanzati di maturità (Lachir e Sidi Baba, 1994; El Cadi e Jamaï, 1998 e Hmama e Faqih, 1999). Questo calo del contenuto di olio può essere attribuito all'accumulo di materia secca nelle olive in fase di maturità avanzata, ma anche alle lipasi endogene (attive allo stadio nero) che idrolizzano i trigliceridi e gli acidi grassi (Harrar, 2007). L'intensità della lipogenesi è un carattere genetico, ma dipende anche dalle condizioni pedoclimatiche e dalla gestione (Civantos, 1999).

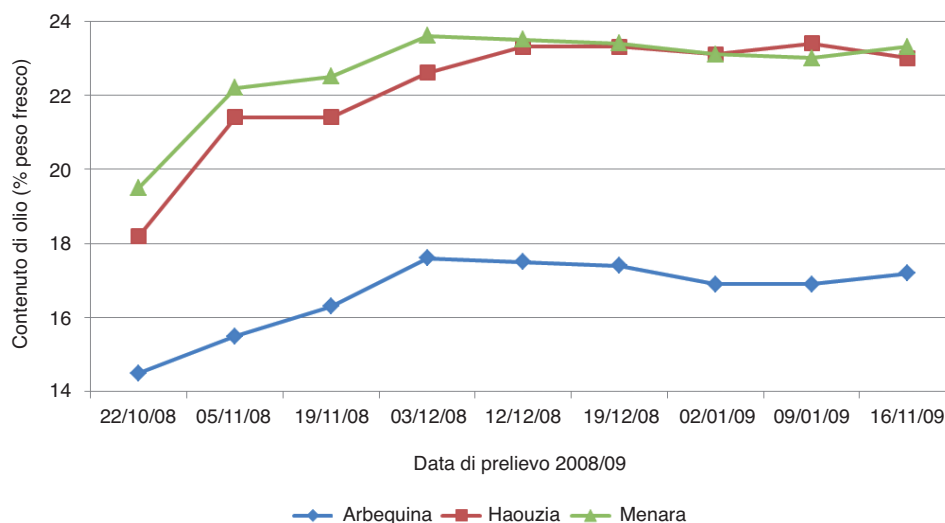
TABELLA 4.

Evoluzione del contenuto di polifenoli (in ppm) delle olive delle varietà Arbequina, Haouzia e Menara in condizioni pluviali nella regione di Meknès in Marocco per la campagna 2008/09

Date di prelievo	Arbequina	Haouzia	Menara
22/10/2008	1731 a ¹	1833 b	1854 c
05/11/2008	1735 a	1933 b	1946 c
19/11/2008	1803 a	2054 b	2123 c
03/12/2008	1833 a	2124 b	2133 c
12/12/2008	1828 a	2127 b	2134 c
19/12/2008	1812 a	2103 b	2125 c
02/01/2009	1755 a	2067 b	2112 c
09/01/2009	1724 a	2013 b	2066 c
16/01/2009	1722 a	1987 b	2032 c
Media	1771,4	2026,8	2058,3

¹ Per ogni data, le medie che hanno una lettera in comune non sono significativamente diverse alla soglia del 5% in base al test di Tukey.

Figura 2. Evoluzione del contenuto di olio (in % del peso fresco) delle varietà Arbequina, Haouzia e Menara, nelle condizioni pluviali di Meknès, durante la campagna 2008/2009



Esiste una forte correlazione tra l'indice di maturità e il contenuto di olio per le 3 varietà; le equazioni che meglio descrivono questo rapporto sono per:

- Arbequina: $y = 1,297x^3 - 14,72x^2 + 54,55x - 48,78$ con $R^2=0,953$ (Figura 3)
- Haouzia: $y = -0,480x^4 + 6,358x^3 - 30,24x^2 + 61,83x - 24,72$ con $R^2=0,987$ (Figura 4)
- Menara: $y = 0,517x^5 - 8,465x^4 + 53,40x^3 - 161,8x^2 + 235,3x - 109,5$ con $R^2=0,997$ (Figura 5).

Mahhou & al. (2011) hanno riferito anche l'esistenza di una forte correlazione tra l'indice di maturità e il contenuto di olio di Arbequina, Koroneiki e Picholine marocchina coltivate in regime irrigato nella regione di Settat.

3.3.3. Evoluzione dei polifenoli

Il monitoraggio dell'evoluzione della concentrazione di composti fenolici riveste particolare interesse, poiché queste sostanze agiscono sulle caratteristiche organolettiche dell'olio d'oliva e sulla sua stabilità ossidativa (Chimi, 1987, Chimi et al., 1991). Fantozzi e Montedero (1978) segnalano che la concentrazione dei composti fe-

Figura 3. Rapporto fra indice di maturità e contenuto di olio (% PF) nell'Arbequina in condizioni pluviali nella regione di Meknès, Marocco, durante la campagna 2008/09

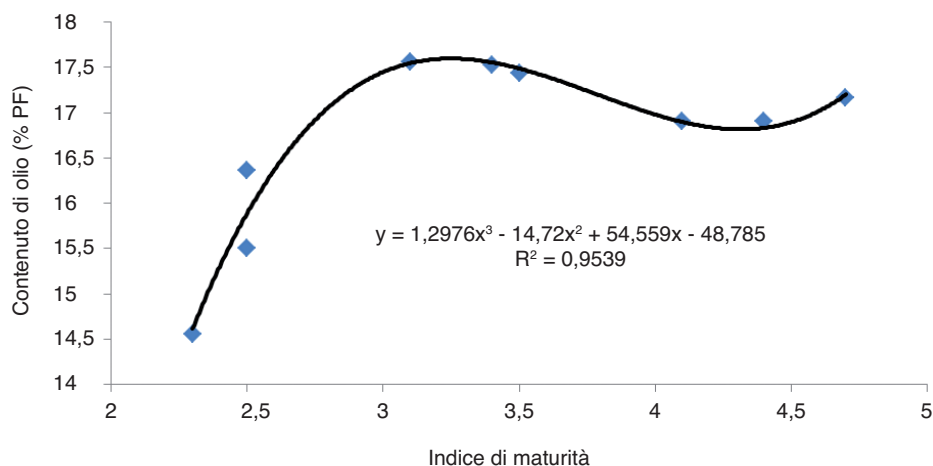


Figura 4. Rapporto fra indice di maturità e contenuto di olio (% PF) nell'Haouzia in condizioni pluviali nella regione di Meknès, Marocco, durante la campagna 2008/09

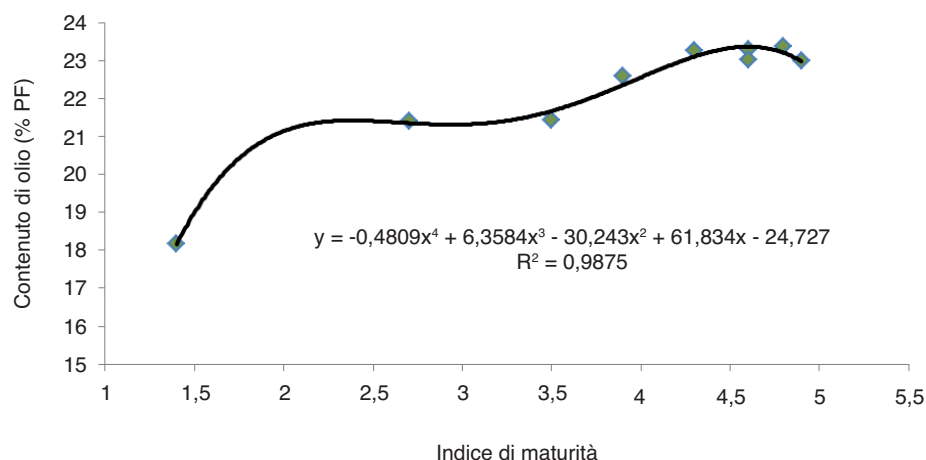
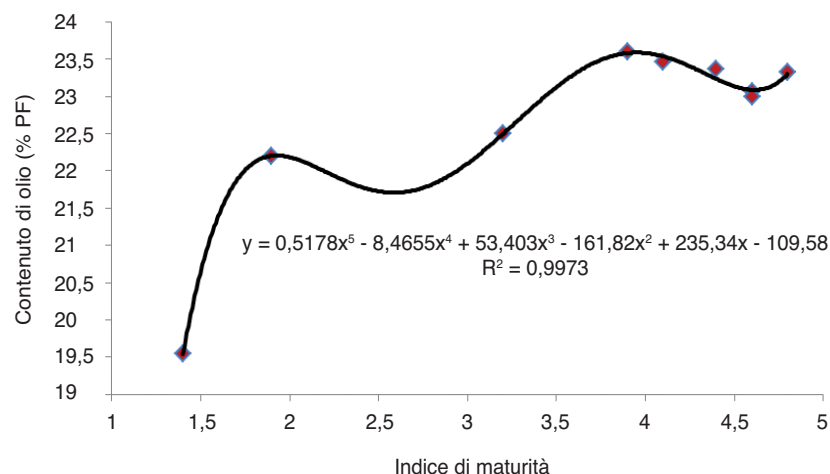


Figura 5. Rapporto fra indice di maturità e contenuto di olio (% PF) nella Menara in condizioni pluviali nella regione di Meknès, Marocco, durante la campagna 2008/09



nolici della polpa di oliva evolve in funzione del grado di pigmentazione. Passa così da 2065 (mg di acido gallico/100 g di pasta d'oliva secca) allo stadio verde, a 2285 allo stadio semi-nero, poi a 1997 allo stadio nero. Gli autori ne traggono la conclusione che il contenuto di polifenoli nell'oliva è ottimale allo stadio semi-nero e che è inoltre associato agli oli della migliore qualità.

Haouzia e Menara hanno un contenuto di polifenoli nettamente superiore a quello dell'Arbequina (Tabella 5 e figura 6). Durante la maturazione, i polifenoli si accumulano nelle olive per raggiungere valori massimi di 1833 ppm per l'Arbequina, 2127 per l'Haouzia e 2134 per la Menara, che si stabilizzano per qualche tempo prima di cominciare a diminuire, se le olive non vengo-

no raccolte. La stessa tendenza del contenuto di polifenoli è stata registrata da Atouati (1991) che ha riferito che il contenuto di composti fenolici totali aumenta dallo stadio verde allo stadio semi-nero, dopodiché precipita allo stadio nero. La tendenza è risultata invece inversa per il contenuto di olio, che era massimo allo stadio nero. Mahhou & al. (2011) hanno riferito che il

TABELLA 5.

Indice di maturità, contenuto di olio (%) e di polifenoli (ppm) delle varietà di olivo Arbequina, Haouzia e Menara in condizioni pluviali nella regione di Meknès in Marocco, durante la campagna 2008/09

Varietà	Data di prelievo	Indice di maturità	Contenuto di olio (% PF)	Polifenoli
Arbequina	22-10-2008	2,3	14,56	1731
	05-11-2008	2,5	15,50	1735
	19-11-2008	2,5	16,36	1803
	03-12-2008	3,1	17,56	1833
	12-12-2008	3,4	17,53	1828
	19-12-2008	3,5	17,44	1812
	02-01-2009	4,1	16,90	1755
	09-01-2009	4,4	16,90	1724
	16-01-2009	4,7	17,16	1722
Haouzia	22-10-2008	1,4	18,16	1833
	05-11-2008	2,7	21,40	1933
	19-11-2008	3,5	21,43	2054
	03-12-2008	3,9	22,60	2124
	12-12-2008	4,3	23,26	2127
	19-12-2008	4,6	23,30	2103
	02-01-2009	4,6	23,03	2067
	09-01-2009	4,8	23,36	2013
	16-01-2009	4,9	23,00	1987
Menara	22-10-2008	1,4	19,54	1854
	05-11-2008	1,9	22,20	1946
	19-11-2008	3,2	22,50	2123
	03-12-2008	3,9	23,60	2133
	12-12-2008	4,1	23,46	2134
	19-12-2008	4,4	23,37	2125
	02-01-2009	4,6	23,03	2112
	09-01-2009	4,6	23,00	2066
	16-01-2009	4,8	23,33	2032

contenuto di polifenoli ha un andamento crescente con un valore massimo di 1823 ppm per l'Arbequina, 2192 ppm per la Koroneiki e 2113 ppm per la Picholine marocchina, poi comincia a decrescere da inizio dicembre per le tre varietà studiate nella regione di Settat in oliveto irrigato.

Abbiamo stabilito i rapporti tra l'indice di maturità e il contenuto di polifenoli delle olive. La correlazione esistente fra il contenuto di polifenoli e l'indice di maturità è molto forte per le tre varietà, ed è descritta dalle equazioni:

- Arbequina: $y = 53,04x^3 - 621,5x^2 + 2322x - 976,8$ con $R^2=0,855$ (Figura 7)
- Haouzia: $y = -49,70x^3 + 436,8x^2 - 1075x + 2620$ con $R^2=0,98$ (Figura 8)
- Menara: $y = -13,05x^3 + 65,34x^2 + 64,77x + 1673$ con $R^2=0,98$ (Figura 9).

Mahhou & al. (2011) hanno riferito anche l'esistenza di una forte correlazione tra l'indice di maturità e il contenuto di olio di Arbequina, Koroneiki e Picholine marocchina coltivate in regime irrigato nella regione di Settat.

Figura 6. Evoluzione del contenuto di polifenoli (in ppm) delle olive delle varietà Arbequina, Haouzia e Menara in condizioni pluviali nella regione di Meknès (Marocco) per la campagna 2008/09

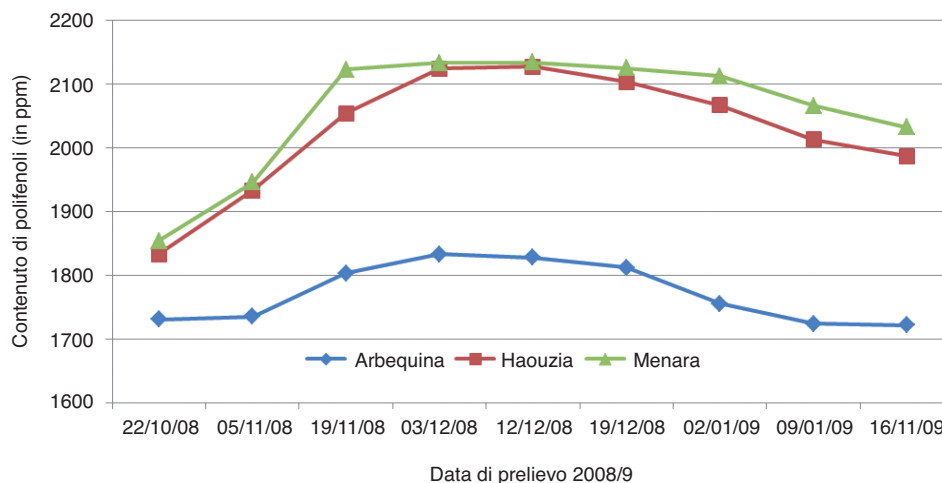


Figura 7. Rapporto fra indice di maturità e contenuto di polifenoli (ppm) nell'Arbequina in condizioni pluviali nella regione di Meknès (Marocco) per la campagna 2008/09

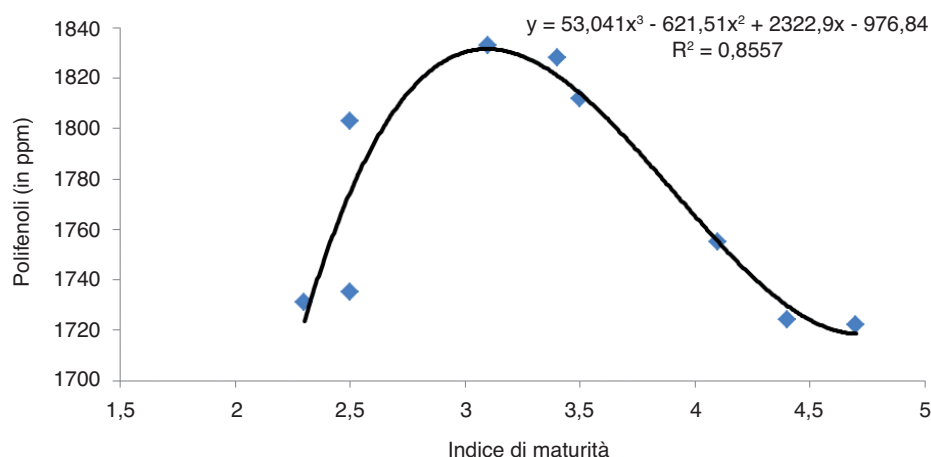
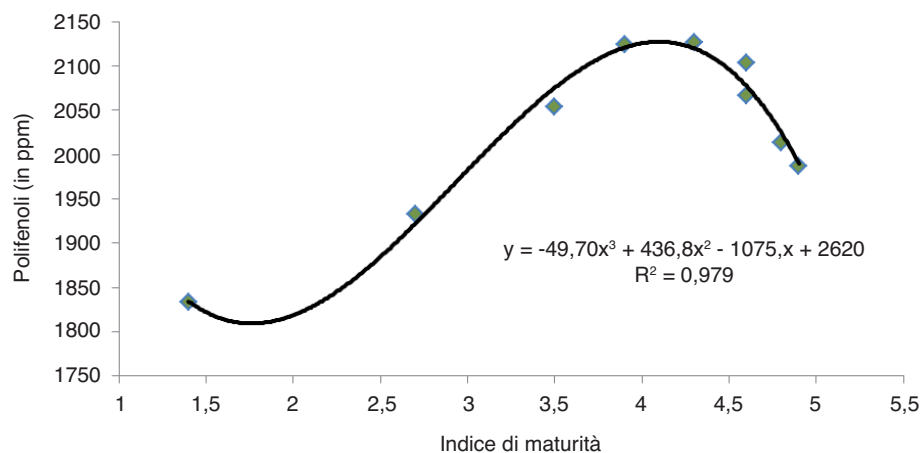


Figura 8. Rapporto fra indice di maturità e contenuto di polifenoli (ppm) nell'Haouzia in condizioni pluviali nella regione di Meknès (Marocco) per la campagna 2008/09

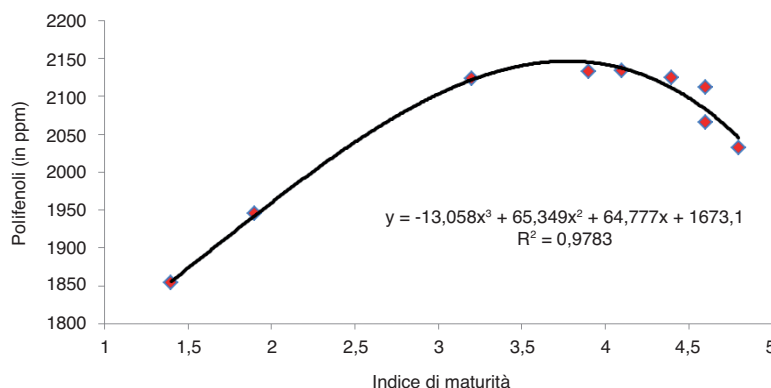


3.3.4. Acidi grassi

Riguardo l'acido oleico, Haouzia e Menara hanno valori superiori (76,4% e 76,8%) a quello dell'Arbequina (66,6%). Questi valori concordano con quelli (76,3% e 76,6%) riscontrati per Haouzia e Menara da El Ajal (2006). El Alami (2003) ha rilevato valori del 74,62% per l'Haouzia e del 68,58% per la Menara. Per l'Arbequina, il contenuto che abbiamo rilevato, pari al 66,6%, è superiore ai valori del 62,3% (El Antari, 2006) e del 60,4% (El Antari, 2003). Altri autori hanno tuttavia riscontrato valori più elevati del nostro: 68,2% (Romero e Diaz, 2005); 70,8% (Ouazzani, 2005) e 74,6% (El Ajal, 2006). Ogni varietà di olivo ha il proprio contenuto di acido oleico. Romero e Diaz (2005) hanno riscontrato una differenza tra sette varietà per questo parametro che può andare dal 61,23% per la Blanquette al 78,28% per la Picual. Ouazzani (2005) ha osservato questa differenza tra varietà con l'80,24% per la Picual e il 70,85% per l'Arbequina.

Riguardo l'acido linoleico, l'Arbequina ha un contenuto (13,7%) superiore a quello di Haouzia e Menara (nell'ordine del 10%). Questi valori concordano con i risultati 9,41% per l'Haouzia (El Ajal, 2006) e 10,9% per la Menara (Ouazzani, 2005).

Figura 9. Rapporto fra indice di maturità e contenuto di polifenoli (ppm) nella Menara in condizioni pluviali nella regione di Meknès (Marocco) per la campagna 2008/09



El alamy (2003) ha tuttavia rilevato valori dell'11,69% per l'Haouzia e del 15,12% per la Menara. Per l'Arbequina, il contenuto di acido linoleico pari al 13,7% concorda con quello rilevato da El Antari (2006) con il 13,98%, ma supera ampiamente l'8,08% riferito da El Ajal (2006).

Questa differenza di contenuto di acidi grassi tra i vari autori può trovare spiegazione nelle condizioni climatiche e produttive. Il contenuto di acido oleico e linoleico aumenta per le tre varietà fino all'ultima decade del mese di novembre, a partire dalla quale si assiste a una stabilizzazione.

3.4. Determinazione del periodo ottimale di raccolta

La determinazione dello stadio ottimale di raccolta

delle olive destinate alla molitura si prefigge di individuare uno stadio di maturità in cui il contenuto di olio sia elevato (quantitativo) e il livello di polifenoli sia soddisfacente.

Il periodo ottimale di raccolta deve essere quindi stabilito sulla base del contenuto di olio e polifenoli. La tabella 6 sintetizza i risultati dei criteri che consentono di stabilire tale periodo.

Le figure 10, 11 e 12 illustrano il periodo di intersezione fra i valori massimi del contenuto di olio e polifenoli in relazione all'indice di maturità. È il periodo ottimale di raccolta delle olive. Queste figure permettono di individuare il periodo ottimale di raccolta per le tre varietà, mettendo in relazione l'indice di maturità e il contenuto di olio e polifenoli delle olive (Tabella 6).

TABELLA 6.

Periodi ottimali di raccolta per Haouzia, Menara e Arbequina, in base all'indice di maturità, nonché al contenuto di olio (% pf) e di polifenoli (ppm), in condizioni pluviali nella regione di Meknès per la campagna 2008/09

Varietà	Indice di maturità	Polifenoli (ppm)	Contenuto di olio (% PF)	Periodo ottimale di raccolta
Arbequina	3,1 - 3,5	1812 - 1833	17,44 - 17,56	Dal 3 al 19 dicembre
Haouzia	3,9 - 4,6	2067 - 2127	22,6 - 23,3	Dal 3 dicembre al 2 gennaio
Menara	3,9 - 4,6	2112 - 2134	23,03 - 23,6	Dal 3 dicembre al 2 gennaio

3.5. Rendimenti

I rendimenti delle varietà durante le ultime 4 campagne sono riportati nella ta-

bella 7 e figura 13. L'Arbequina è quest'anno la varietà più produttiva nelle condizioni del test, con un rendimento di 68 Kg/albero, se-

guita dalla Menara con 63 Kg/albero e dall'Haouzia con 48 Kg/albero. I rendimenti ottenuti con Arbequina e Menara sono nettamente superiori a quelli registrati per la campagna precedente, con un aumento rispettivo del 106% per l'Arbequina, 6% per l'Haouzia e 50% per la Menara. Considerando le medie ottenute durante queste ultime quattro campagne, la Menara è al primo posto con 44 kg/albero, seguita dall'Arbequina con 37,25 kg/albero e dall'Haouzia con 35,5 kg/albero.

Figura 10. Evoluzione del contenuto di olio (% PF) e polifenoli (ppm) in relazione all'indice di maturità nell'Arbequina in condizioni pluviali nella regione di Meknès per la campagna 2008/09

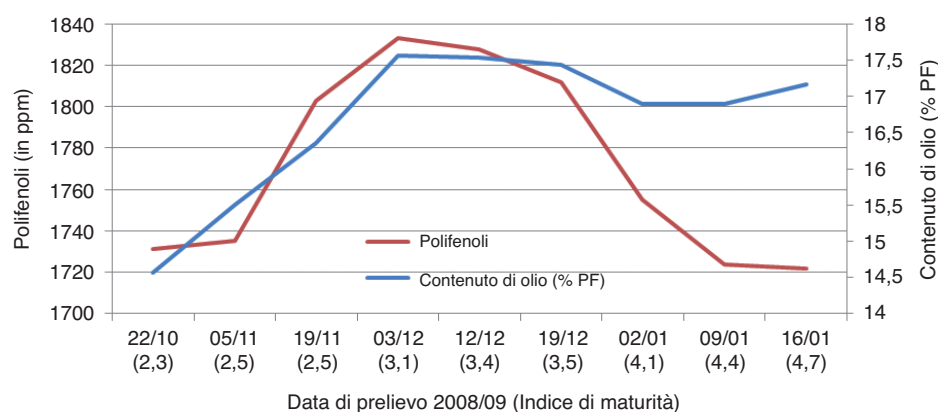
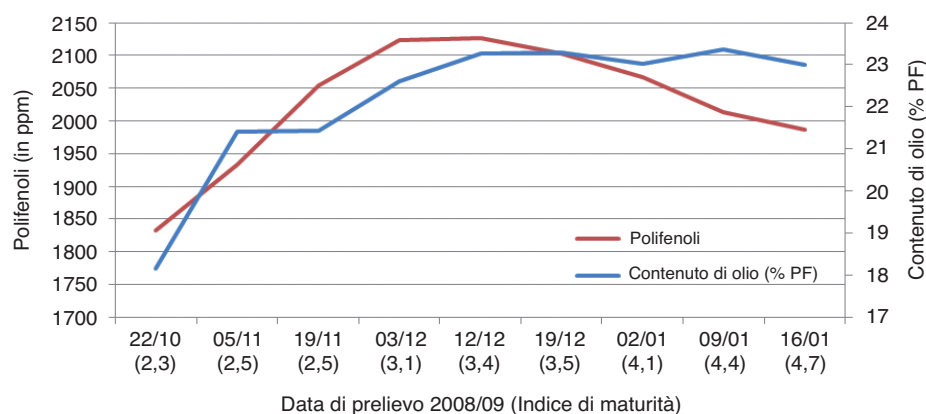


Figura 11. Evoluzione del contenuto di olio (% PF) e polifenoli (ppm) in relazione all'indice di maturità nell'Haouzia in condizioni pluviali nella regione di Meknès per la campagna 2008/09



CONCLUSIONE

In questo studio, effettuato durante la campagna 2008/2009, abbiamo valutato i risultati dei due cloni della Picholine marocchina, Haouzia e Menara, nonché della varietà spagnola Arbequina in condizioni pluviali nella regione di Meknès. La pluviometria media nella zona è di 500 mm, mentre per questa campagna è stata di 700 mm. Tra inizio otto-

Figura 12. Evoluzione del contenuto di olio (% PF) e polifenoli (ppm) in relazione all'indice di maturità nella Menara in condizioni pluviali nella regione di Meknès per la campagna 2008/09

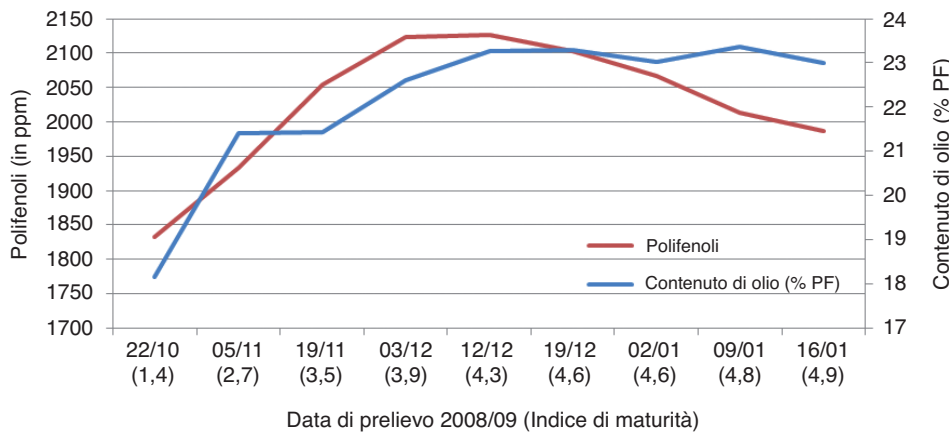


Figura 13. Rendimento in Kg/albero delle varietà Arbequina, Menara e Haouzia in condizioni pluviali nella regione di Meknès in Marocco per quattro campagne

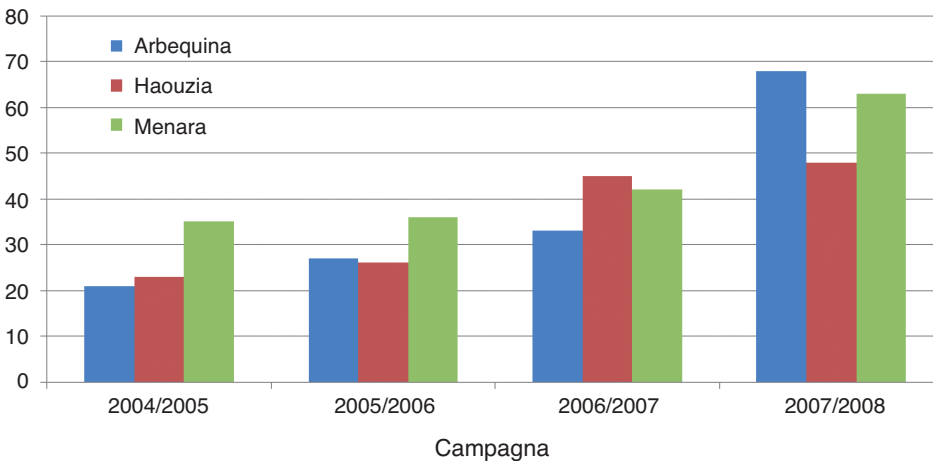


TABELLA 7.

Rendimento in Kg/albero delle varietà di olivo Arbequina, Haouzia e Menara in condizioni pluviali nella regione di Meknès

Varietà	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	Media
Arbequina	21	27	33	68	37,25
Haouzia	23	26	45	48	35,5
Menara	35	36	42	63	44

bre e metà gennaio, l'indice di maturità è passato dal 2,3 al 4,7 per l'Arbequina, dall'1,4 al 4,8 per l'Haouzia e dall'1,4 al 4,9 per la Menara. Il contenuto di acqua delle olive dei tre genotipi ha tendenza a diminuire con il progredire della maturità. Le forti precipitazioni che hanno caratterizzato quest'anno hanno tuttavia determinato leggeri aumenti delle percentuali di umidità delle olive a fine ciclo. L'umidità della Menara e dell'Haouzia è stata più importante di quella dell'Arbequina. Il contenuto massimo di olio rispetto alla materia fresca è stato invece raggiunto per la varietà Menara a inizio dicembre con un valore del 23,6%, simile al valore del 23,2% rilevato da Rafik (2008), seguito dall'Haouzia con il 23,3% a metà dicembre, superiore al valore del 21,8% registrato da Rafik (2008), e dall'Arbequina con il 17,56% dall'inizio di dicembre, che rimane molto lontano dal valore riscontrato da Taeibi (2008) pari al 25,7% nella regione di Settat in oliveto irrigato e superiore al valore registrato da Rafik (2008) nello stesso oliveto del nostro studio (16,6%). Il contenuto massimo di polifenoli registrato per l'Arbequina è stato di 1833 ppm. È inferiore a quello di Menara e Haouzia, rispettivamente con 2134 e 2127 ppm. La concentrazione dei due acidi grassi, oleico e linoleico, ha

evidenziato percentuali di acido oleico superiori per i due cloni locali con il 76,5% per l'Haouzia e il 76,8% per la Menara, rispetto al 66,7% dell'Arbequina. Per l'acido linoleico si è però riscontrata la situazione opposta, con un contenuto del 13,7% per l'Arbequina a fronte di un valore vicino al 10% per Haouzia e Menara.

Il periodo ottimale di raccolta in condizioni pluviali nella regione di Meknès è stato stabilito sulla base del contenuto di polifenoli dell'olio. Per quest'anno, si è collocato:

- per Arbequina: dal 3 al 19 dicembre con indici di maturità fra 3,1 e 3,5
- per Menara e Haouzia: dal 3 dicembre al 2 gennaio con indici di maturità fra 3,9 e 4,6.

I rendimenti registrati quest'anno sono superiori a quelli delle ultime tre campagne nello stesso oliveto, in particolare con 68 Kg/albero, 48 Kg/albero e 63 Kg/albero rispettivamente per Arbequina, Haouzia e Menara.

Il periodo di fioritura dell'Arbequina è andato dall'8 al 29 aprile. Per Menara e Haouzia è cominciato il 15 aprile e si è concluso intorno al 5 e 8 maggio rispettivamente per la Menara e

l'Haouzia. L'accavallarsi dei periodi di fioritura di Menara e Haouzia, parzialmente intercompatibili, dovrebbe migliorare il tasso di allegagione dei due genotipi. I tassi di allegagione registrati sono stati del 15% per l'Arbequina, 12% per la Menara e 11% per l'Haouzia.

I risultati del nostro studio vanno a completare quelli di Rafik (2008). Confermano che i tre genotipi sono adatti alle condizioni pluviali della regione di Meknès. I cloni Haouzia e Menara presentano tuttavia una certa superiorità, con un frutto di calibro più grande, nonché contenuto e qualità di olio più elevati. ■

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Atouti, B.Y., 1991. Évolution des caractéristiques carpométriques et de la fraction phénolique totale avec le stade de maturité des olives, variété Picholine Marocaine. Mémoire de 3ème cycle. Option: I.A.A. I.A.V. Hassan II, Rabat.

Boulouha B., Oukabli A., Hadiddou A., Sikaoui E., Ouguas Y. et Mamouni A., 2006a. Fiche technique olivier. Edt INRA, Rabat.

Boulouha, B. 2006. Forum Oléa. Marrakech, 25 May.

Chimi H. 1987. Dosage des composés phénoliques de l'huile d'olive vierge et comparaison avec leurs pouvoirs antioxydants respectifs, Mémoire de 3ème cycle Agronomie Option IAA, IAV Hassan II, Rabat, 1987.

Civantos L, 1999. Obtención del aceite de oliva virgen. 2ª Edición. Editorial Agrícola Española, S.A. Artes Gráficas COIMOFF, SA., Madrid, Spain.

Conseil oléicole international, 2000 (Castañeda C. Barranco Navero D., Cimat A., Fiorino P., Rallo Romero L., Touzani A., Serafini F. et Trujillo Navas D): Catalogue mondial des variétés d'olivier. Edition Conseil Oléicole International, 360p.

Del Río, C., J. M. Caballero et M. Dolores García-Fernández. 2005. Chapitre 2: « Variedades de olivo en España » (Libro II: Variabilidad y selección).

El Ajal A. 2006. Évaluation des performances agronomiques des variétés étrangères et locales d'olivier cultivées dans les conditions pédoclimatiques de la région de Meknès du Maroc. Mémoire de 3ème cycle, option Sciences et techniques de la production fruitières. ENA Meknès.

Elantari, A et El Moudni, A et Ajana, H et Cert, A.

2003 « Étude de la composition lipidique de deux compartiments du fruit d'olive (pulpe et amande) de six variétés d'oliviers cultivées au Maroc », *Olivae* n° 98 pages 20-28.

EL CADI, H. et JAMAÏ, M. A., 1998, « Contribution à l'étude de l'amélioration de la qualité de la production oléicole dans la zone d'action de l'ORMVA du Tadla », Mémoire de 3ème cycle Agronomie Option IAA, IAV Hassan II, Rabat.

El Antari, 2006 Étude de la qualité de l'huile des variétés d'olivier sélectionnées par L'INRA-Maroc » Edition Journée Olivier la recherche agronomique et la profession, ensemble pour le développement durable de l'oléiculture nationale.

FAQIH, H. et HMAMA, M., 1999, « Contribution à l'amélioration de la qualité de production oléicole dans la zone d'action de l'ORMVA du Tadla », Mémoire de 3ème cycle Agronomie Option IAA, IAV Hassan II, Rabat.

FONTOZZI, P. et MONTEDERO, G. 1978 « Dosage des composés phénoliques dans les drupes des olives récoltées à différents stades de maturation ». IAA, 1335-1339.

Hadiddou A., K.Bencheqroun O. Mamouni A., Ouka-

bli A. et Mekaoui A., 2006 « Performances des obtentions INRA d'olivier et des variétés étrangères sous les conditions pluviales » Edition Journée Olivier la recherche agronomique et la profession, ensemble pour le développement durable de l'oléiculture nationale.

Harrar, 2007 Contribution à l'amélioration de la qualité de la production oléicole dans la zone d'action de la DPA de Khénifra. Mémoire de troisième cycle pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'État en Industries Agricoles et Alimentaires, IAV Hassan II, Rabat.

Idrissi, My A., 1994. Diagnostic du Secteur Oléicole au Maroc. Cas du Haouz. Mémoire de 3ème cycle. Département de Chimie-Biochimie alimentaire I.A.V. Hassan II, Rabat.

LACHIR, B. et SIDI BABA, A. 1994 « Diagnostic du secteur oléicole au Maroc, cas de la région de Fès », Mémoire de 3ème cycle Agronomie Option IAA, IAV Hassan II, Rabat.

LAMRINI, M., 1995 « Détermination de la date optimale de maturité des olives à huile (var, Picholine marocaine) », Mémoire de 3ème cycle Agronomie Option IAA, IAV Hassan II, Rabat.

MAPM, 2012 : Bilan de la campagne oléicole, DPV,

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, Rabat Maroc.

Mahhou & al. (2011) OLIVAE n° 116, 2011, Performance et qualité de production des variétés d'olivier Arbéquine, Koroneiki et Picholine marocaine conduites en irrigué dans la région de Settât (Maroc).

Ouazzani N., Idrissi A., El Ghazi N., Lumaret R., 2002. Varietal structure of Moroccan olive germplasm: evidence from genetic markers and morphological characteristics. *Acta Hort.* 586, 30 October, Valenzano, Italy.

Rafik, 2008, Évaluation du comportement de 11 variétés d'olivier (Carolea, Leccino, Arbéquine, Manzanilla, Agvalik, M26, K26, S19), retenues par l'INRA, en zone pluviale (Ain Taoujdate) » Mémoire de troisième cycle pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie option Horticulture. IAV Hassan II, Rabat.

Rallo Romero L., Barranco D., Caballero J. M., Del Rio C. Martin A., Tous J. et Trujillo I., 2005. Variedades de olivo en Espana. Eds. Junta de Andalucia, MAPA y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Romero Agustí et Joan Tous, Juan F. Hermoso, Joan

- Plana, 2005 Dept. d'Arboricultura Mediterrània, Centre "Mas Bové", IRTA, Reus-Constantí (Tarragona); Estación Experimental del Ebro, IRTA, Amposta (Tarragona), Espagne.
- Rahmani, M. ; Lamrini, M. et Csallany, S., 1997, « Mise au point d'une méthode simple pour déterminer l'époque de récolte des olives », *Olivae* n° 69, pp 48-51.
- Sweeney, S. 2005. National olive variety assessment – NOVA- Stage 2. Rural Industries Research and Development Corporation Publication No. 05/155, Project No. SAR-47A.
- Suarez M.P., Fernández-Escobar R. et Rallo L., 1984. Competition among fruit in olive. II. Influence of inflorescence or fruit thinning and cross-pollination on fruit set components and crop efficiency. *Acta Horticulturae*, 149:131-143.
- Taiebi, 2008 « Production et qualité d'huile de trois variétés d'olivier : Arbéquine, Koroneiki et Picholine marocaine dans la région de Settat », *Mémoire de troisième cycle pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'État en Agronomie option Horticulture*. IAV Hassan II, Rabat.
- Tous J., Romero A., Plana J., 2005. Vigor – Chapter 2, *in* Variedades de olivo en España (Libro II: Variabilidad y selección).
- Uceda M. et Frías L., 1975. Época de recolección, evolución del contenido graso del fruto y de la composición y calidad del aceite. II seminario oleícola internacional. Córdoba.
- Vázquez Roncero, A. ; Janer Del Valle, C. Et Janer Del Valle, M.L, 1973, « Détermination de la teneur en polyphénols totaux dans l'huile d'olive ». *Grasas y Aceites*, Vol. 24, N° 6, pp 350-357.
- Vossen, P. 2005. Producing Olive Oil. In *Olive Production Manual*, 2nd edition. University of California Agriculture and Natural Resources publication, 157–173.
- Walali, L. ; Chmitah, M. ; Loussert, R. ; Mahhou, A. et Boulouha B., 1984, « Caractères morphologiques et physiologiques de clones d'olivier, Picholine marocaine ». *Olivae* n°3, pp 26-31.

Progettazione e gestione dell'oliveto a siepe: effetto sulla produzione e qualità dell'olio

M. Gómez del Campo¹, E. Trentacoste^{1,2} e D. J. Connor³

¹ Dipartimento di Produzione Vegetale: Fitotecnica, Universidad Politécnica de Madrid.

² Estación Experimental Agropecuaria Junín (INTA), Mendoza, Argentina.

³ School of Land and Environment, The University of Melbourne, Victoria, Australia.

SINTESI

L'oliveto a siepe, adattato alla raccolta con vendemmia-trice modificata, rappresenta un'alternativa percorribile agli oliveti preparati per la raccolta con vibrator di tronco. Presenta tra i principali vantaggi: elevate produzioni nei primi anni, costo di raccolta contenuto, minor manodopera e rapidità di raccolta al momento ottimale. Queste caratteristiche sono tuttavia possibili soltanto con strutture ottimali, mantenute nel tempo. L'intercettazione dell'irraggiamento solare è il fattore determinante per la produzione di olio: pertanto, la struttura ottimale della siepe dovrà tendere a massimizzare l'illuminazione della chioma. Dal momento che l'oliveto a siepe è stato introdotto di recente, la risposta della produzione e la qualità dell'olio in siepi di varia grandezza in località diverse non sono note. Le simulazioni di produzione e qualità di olio per vari progetti saranno utili al settore al fine di decidere la struttura ottimale. In questo articolo descriviamo i progressi compiuti in questo senso e le sfide che agricoltori e ricercatori dovranno cercare di superare.

Parole chiave: Oliveto superintensivo, meccanizzazione della raccolta, struttura della siepe, larghezza tra filari, orientamento.

SIEPE DI OLIVO

La chioma dell'olivo presenta alcune particolarità che è importante descrivere prima di addentrarci nelle caratteristiche della siepe. Da un lato, le foglie hanno dimensioni ridotte, elevato peso specifico e persistono durante l'inverno, mentre i frutti sono piccoli, distribuiti sulla chioma, principalmente in zone ben illuminate. Foglie e frutti si trovano a loro volta su rami flessibili. Questo insieme di organi vegetativi e fruttiferi può essere gestito in vari modi; il vaso e la siepe sono i sistemi di coltivazione più utilizzati (Figura 1). La siepe è un sistema di coltivazione in cui la vegetazione della chioma è distribuita in modo continuo su tutta la lunghezza del filare di impianto; presenta due lati verticali o con una certa inclinazione. Per conseguire un sistema continuo di vegetazione è necessario ridurre la distanza tra gli albe-

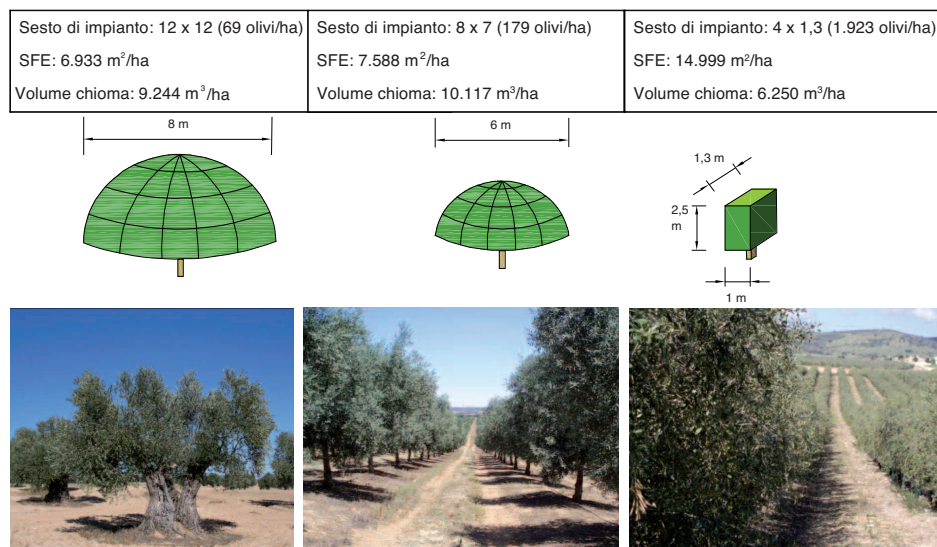
ri nel filare. Questo sistema di coltivazione non comporta soltanto un incremento della densità di impianto, ma anche un cambiamento della geometria della chioma che influisce sul microclima delle foglie, dei frutti e del suolo, alterando irraggiamento ricevuto, temperatura, vento e umidità. Questo determina grandi variazioni nella risposta dell'olivo, dato che la fisiologia degli alberi isolati è diversa da quella degli olivi coltivati a siepe.

Le dimensioni delle siepi sono molto varie e dipendono dalle condizioni di coltivazione e di gestione (Figura 2). La siepe si può ottenere con varie densità di impianto. Esistono siepi in oliveti commerciali di altezze comprese tra 2,5 e 5 m e larghezze tra 1 e 4 m.

SIEPI DESTINATE ALLA RACCOLTA CON VENDEMMIATRICE

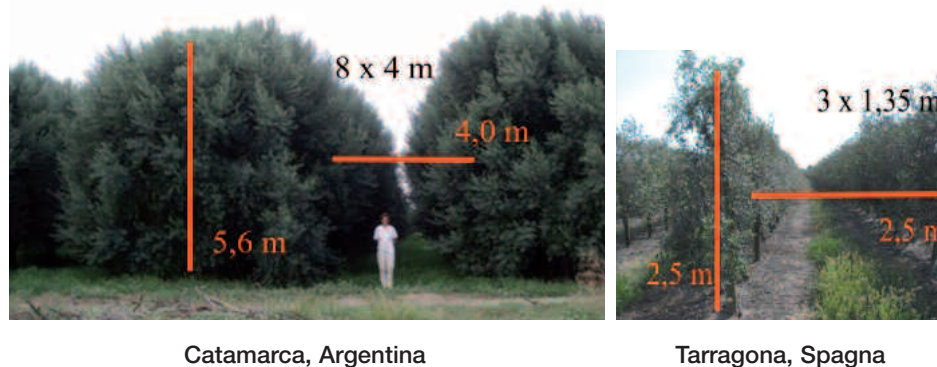
È stato l'elevato costo di raccolta a definire le dimensioni della siepe. La possibilità di raccolta con macchine a funzionamento continuo ha determinato, in molte coltu-

Figura 1. Vari sistemi di coltivazione dell'olivo. Oliveto tradizionale a vaso a bassa densità di impianto (sinistra). Oliveto intensivo a vaso con una densità di impianto oltre due volte superiore a quella dell'oliveto tradizionale (centro), grazie alla quale si riescono a incrementare la superficie fogliare esterna (SFE) e il volume della chioma. Oliveto a siepe adattato alla raccolta con vendemmiatrice con densità di impianto superintensiva (destra); la chioma, pur occupando un volume inferiore, riesce praticamente a raddoppiare la SFE



l'uva e, con piccole modifiche, potevano raccogliere le olive nei primi anni dell'oliveto. Anni dopo comparvero prototipi per la raccolta delle olive, macchine di maggior grandezza che consentivano l'introduzione di siepi più voluminose. Da allora la superficie mondiale di oliveti a siepe destinati alla raccolta con vendemmiatrice non ha cessato di aumentare (Figura 4). La densità di impianto è variabile. In appezzamenti irrigati si colloca tra 1.250 e 1.975 olivi/ha, praticamente 10 volte quella dell'oliveto tradizionale, da cui il nome di oliveto superintensivo. Attualmente nelle zone con scarsa disponibilità d'acqua si distanziano i filari fino a 5 e 6 m, mantenendo la distanza tra gli olivi a 1,5-2,0 m; le densità di impianto si riducono così a 833 e 1.333 olivi/ha.

Figura 2. Siepi con diverse caratteristiche geometriche della varietà "Arbequina". Siepi di grandi dimensioni di Argentina e Australia con un impianto 8x4 m (313 olivi/ha) progettate a vaso, in cui però, a causa del notevole vigore, le chiome si sono incrociate fino a formare una parete continua (sinistra). Olivi con impianto ad alta densità (1975 olivi/ha), in condizioni di scarso vigore, e allevati ad asse verticale; la siepe raggiunge una grandezza inferiore (destra). La linea orizzontale indica la distanza tra i lati della siepe contigui, quella verticale rappresenta l'altezza della siepe.



re, un importante incremento della competitività, come è accaduto nell'oliveto. Benché Bravigrieri l'avesse proposto già nel 1961 per conseguire elevate produzioni, questo sistema fu scartato per il fatto che gli olivi si svilupparono eccessivamente e non si trovò una soluzione

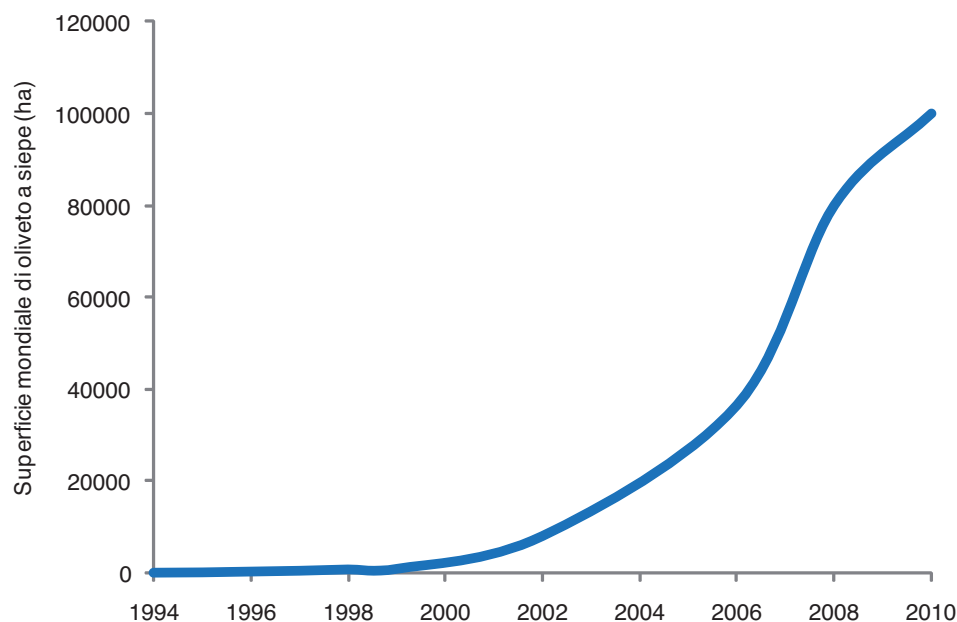
per la raccolta (Morettini, 1972). Successivamente, alla fine degli anni '90, il settore produttivo spagnolo si lanciò nell'impianto di oliveti a siepe adattati alla raccolta con vendemmiatrici (Figura 3). Queste macchine erano state sviluppate 30 anni prima negli USA per la raccolta del-

L'oliveto a siepe rappresenta un'alternativa percorribile agli oliveti intensivi a vaso (200-350 olivi/ha) predisposti per la raccolta con vibratori di tronco. La competitività dell'oliveto a siepe è dovuta alle elevate produzioni ottenute sin dai primi anni, ai costi contenuti di raccolta e al minor fabbisogno di manodopera. D'altro canto, questo sistema di impianto permette di ottenere un olio di eccellente qualità, dato che le olive possono essere raccolte in qualsiasi momento e provengono esclusivamente dall'albero. L'ele-

Figura 3. L'oliveto a siepe, adattato alla raccolta con vendemmiatrice modificata, è comparso all'inizio degli anni '90 in Spagna. La grande conquista del settore fu quella di riuscire a progettare e gestire degli oliveti destinati alla raccolta con questa macchina, che lavora in continuo e che da oltre 30 anni veniva innovata e migliorata. La gestione dell'oliveto deve consentire alla macchina di lavorare rapidamente, danneggiando il meno possibile l'albero. Gli attuali modelli di vendemmiatrice permettono la raccolta in siepi fino a 3,30 m di altezza e 1 m di larghezza



Figura 4. Evoluzione mondiale dell'oliveto a siepe adattato alla raccolta con vendemmiatrice



vata velocità di raccolta riduce inoltre il tempo di attesa dell'oliva nell'oliveto prima di arrivare al frantoio. Tuttavia, la progettazione e la gestione dell'oliveto a siepe

solleva degli interrogativi e pone delle sfide per agricoltori e ricercatori, alcuni dei quali saranno trattate di seguito.

IRRAGGIAMENTO E PRODUZIONE DI OLIVE

La produzione dell'olivo dipende dall'irraggiamento intercettato e dalla distribuzione all'interno della siepe; tuttavia la risposta dell'olivo alla luce è stata scarsamente studiata, poiché negli oliveti tradizionali l'irraggiamento non è un fattore limitante. Negli oliveti a siepe che non mantengono una struttura adeguata nel tempo si determina un calo della produttività (Pastor *et al.*, 2007). Nei primi esperimenti con siepi piantate molto vicine, si è osservato che le parti basse cominciavano a spogliarsi e che il carico di frutti ascendeva parallelamente all'incremento della grandezza della siepe. Di conseguenza, la progettazione e la gestione della siepe per mantenere caratteristiche ottimali è decisivo per riuscire a ottenere un tipo di impianto redditizio.

L'Universidad Politécnica de Madrid, in collaborazione con l'Università di Melbourne (Australia), ha iniziato nel 2006 i primi lavori sull'oliveto a siepe con l'obiettivo di fornire al settore strumenti per progettare e gestire siepi di dimensioni ottimali. In una prima fase si dovette mettere a punto uno strumento che permettesse di conoscere, in modo rapido, l'irraggiamento intercettato da siepi con caratteristiche diverse. Connor (2006) sviluppò un modello

teorico che prevedeva l'irraggiamento intercettato dai vari strati di una siepe ombrosa (parete senza pori) a partire dalle sue caratteristiche (altezza, distanza tra le siepi e orientamento), latitudine della località e giorno dell'anno; questi ultimi dati determinano l'altezza del sole e l'azimut (Figura 5). Il modello si basa su quelli sviluppati da Cain (1972), Jackson e Palmer (1972; 1980). Vedendo che molte delle siepi adattate per la vendemmia sono strette e porose, Connor *et al.* (2009) introdussero nel modello la porosità. Man mano che il sole sale e l'azimut cambia, le pareti delle siepi si illuminano man mano dalla parte più elevata a quella più bassa. La lunghezza della parete della siepe soleggiata è determinante per l'illuminazione della siepe stessa e la

risposta della fotosintesi. Il modello considera anche il ruolo svolto dall'irraggiamento diffuso che, pur essendo ridotto (circa il 10%) rispetto all'irraggiamento orizzontale incidente, è importante nelle giornate nuvolose. Questo modello fu convalidato con misurazioni quotidiane dell'irraggiamento incidente in siepi con orientamento N-S e E-O (Connor *et al.*, 2009). Il modello effettua innanzitutto una stima dei profili di irraggiamento incidente nella superficie esterna della siepe; a partire da questi, si calcola l'irraggiamento intercettato (incidente meno quello che attraversa la siepe) utilizzando le stime della porosità della siepe ottenute sulla base di fotografie della siepe con fondo rosso o bianco (Figura 6).

Il passo successivo del nostro lavoro è consistito nell'appurare la risposta della produzione di olio e delle sue componenti ai vari livelli di irraggiamento, al fine di determinare le soglie di irraggiamento per i diversi processi fisiologici interessati. Precedenti studi avevano già indicato la sensibilità all'irraggiamento di inizio della fioritura, crescita vegetativa, allegagione, grandezza dell'oliva e contenuto di olio (Ortega-Nieto, 1945; Tombesi e Standardi, 1977; Tombesi e Cartechini, 1986; Acebedo *et al.*, 2000). Si è osservato che il peso secco dei frutti e il rendimento grasso aumentano in modo costante con l'incremento dell'irraggiamento intercettato dalla siepe in ottobre, mese di massima sintesi dell'olio (Figura 7). La produzione dipende tuttavia principalmente dal numero di olive, questa componente della produzione dipende dall'irraggiamento ma la risposta è diversa per ogni oliveto e anno. Analizzando i dati di 11 oliveti, il rapporto tra densità dei frutti e irraggiamento ha evidenziato $R^2=0,30$; tuttavia, quando si sono stabiliti singoli rapporti, R^2 è salita a 0,70 (Connor *et al.* 2012).

IRRAGGIAMENTO E QUALITÀ DELL'OLIO

Anche la posizione dell'oliva nella siepe determina la qualità dell'olio (Figura 8). I dati disponibili sono scarsi e

Figura 5. Taglio perpendicolare al filare della siepe. Le siepi sono caratterizzate geometricamente da altezza (d), angolo rispetto alla verticale ($s = 0$ per le siepi rettangolari) e larghezza alla base (w). L'altezza della siepe sul livello del suolo (h) si calcola sommando l'altezza della siepe (d) e la distanza dal suolo fino alle prime foglie (t). La larghezza o distanza tra i filari dell'impianto sarà (r), definendo la distanza tra i lati di siepi contigue o corridoio libero ($a = r - w$). Questi parametri, insieme alla porosità e all'orientamento dei filari, permettono di caratterizzare una siepe

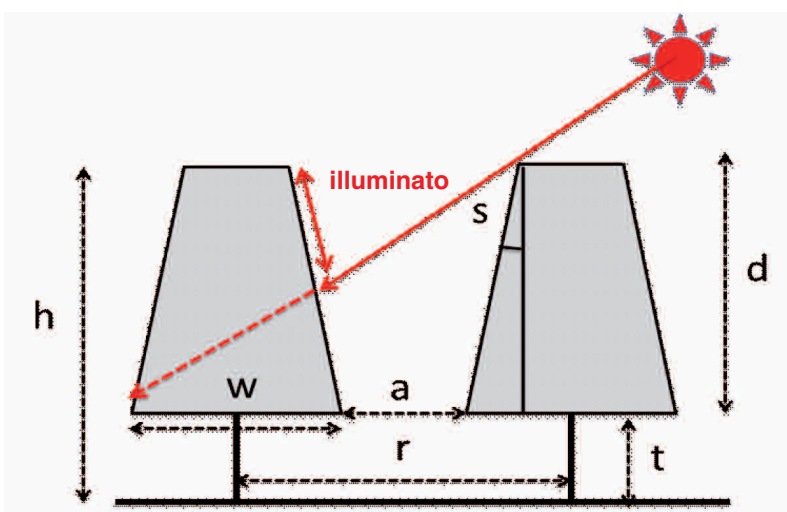


Figura 6. Effetto della larghezza tra filari (1, 2 y 3 m) a 35°N sull'irraggiamento intercettato da una siepe rettangolare orientata N-S e E-O alta 2 m e larga 1 m. La lunghezza della siepe illuminata dipende dalla distanza tra le pareti della siepe stessa. L'evoluzione annua varia tra siepi con caratteristiche geometriche diverse. In una siepe N-S entrambi i lati ricevono lo stesso irraggiamento, il lato E riceve il sole del mattino e il lato O del pomeriggio. In una siepe E-O, il lato N (emisfero Nord) riceve un irraggiamento diretto soltanto per brevi periodo al mattino e al pomeriggio in piena estate

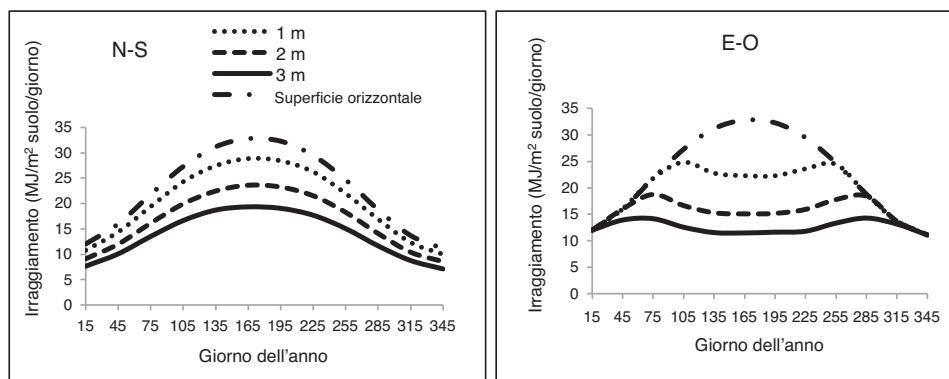


Figura 7. Rapporto tra i componenti del rendimento e l'irraggiamento incidente giornaliero a ottobre in vari oliveti a siepe, della varietà 'Arbequina' con impianto N-S (Connor *et al.*, 2012). I cerchi con fondo bianco rappresentano le parti alte della siepe che ricevono un irraggiamento giornaliero superiore a 6 MJ m⁻². La densità dei frutti (sinistra) nelle zone che ricevono un irraggiamento superiore a 6 MJ m⁻² d⁻¹ è orizzontale = 1000 frutti m⁻², in basso la densità cala costantemente. Il peso secco (centro) e il contenuto di olio dell'oliva (% materia secca) (destra) aumentano costantemente con l'irraggiamento incidente

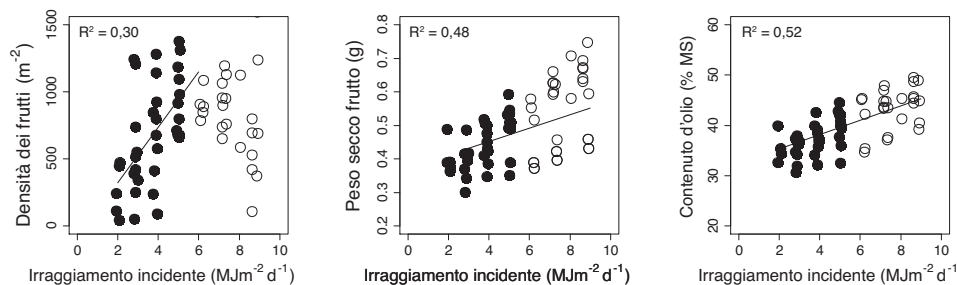
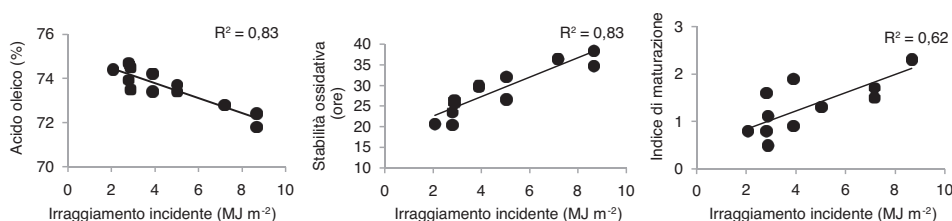


Figura 8. Rapporto tra le caratteristiche chimiche dell'olio e l'indice di maturazione dell'oliva con l'irraggiamento incidente giornaliero in ottobre, in 9 oliveti della varietà "Arbequina" (Gómez-del-Campo e García, 2012). La concentrazione di acido oleico (in alto a sinistra) cala con l'aumentare dell'irraggiamento incidente, mentre la stabilità ossidativa e l'indice di maturazione aumentano costantemente con l'incremento dell'irraggiamento incidente



devono essere considerati preliminari. Gómez-del-Campo e García (2012) hanno osservato che le olive delle parti alte producono oli più stabili, per il maggior contenuto di polifenoli. Tuttavia, la maggior concentrazione di acido oleico si riscontra nelle parti basse della siepe.

PROGETTAZIONE OTTIMALE E UTILITÀ DELLE SIMULAZIONI DI PRODUZIONE E QUALITÀ

La progettazione e la gestione dell'impianto devono permettere alla siepe di mantenere caratteristiche geometriche ottimali per conseguire la massima redditività. Finora abbiamo lavorato con siepi orientate N-S, in cui l'illuminazione sui due lati è simmetrica durante tutto il giorno. La massima produzione si ottiene quando tutta la parete della siepe riceve livelli di irraggiamento superiori a un valore soglia e tutta la struttura della siepe è piena senza lasciare buchi tra gli olivi né nelle parti alte né in quelle basse, raggiungendo la massima superficie fotosintetica nella lunghezza della siepe. Il modello di irraggiamento permette di calcolare l'irraggiamento intercettato dai vari strati e dall'insieme della siepe (Figura 5). Applicando i modelli di produzione (Figura 7) e qualità (Figura 8) all'irraggiamento intercettato, si sono

potute simulare la produzione (Figura 9) e la qualità dell'olio (Figura 10) di siepi con caratteristiche geometriche diverse (Connor y Gómez-del-Campo, 2013).

È interessante descrivere brevemente le informazioni apportate da queste simulazioni. In siepi N-S, la distanza ottimale tra le siepi (larghezza tra filari – larghezza della siepe) è quella uguale all'altezza della siepe (Figura 9). Siepi più strette forniscono produzioni più elevate, perché, riducendo la larghezza tra filari, aumenta la lunghezza di siepe per ettaro.

L'illuminazione delle siepi può essere incrementata applicando un determinato angolo alle forme romboidali, principalmente nelle siepi più larghe. Le forme romboidali rispondono alle variazioni di illuminazione raggiungendo produzioni più elevate, in parte grazie alla riduzione della larghezza tra filari. Simulando la risposta della produzione a latitudini tra 30 ° e 40° si è osservato che la risposta è scarsa e non deve quindi condizionare la distanza tra le siepi.

I dati attualmente disponibili sugli effetti dell'irraggia-

mento sulla qualità dell'oliva sono scarsi, e riguardano soltanto la varietà 'Arbequina' (Gómez-del-Campo e García, 2012). L'olio di questa varietà è apprezzato per le sue qualità organolettiche, ma è sensibile all'ossidazione e presenta un basso contenuto di acido oleico. I parametri di qualità simulati sono quindi stabilità ossidativa e acido oleico (Figura 10). Il contenuto di acido oleico cala all'aumentare della distanza tra le siepi, ma meno in siepi strette e ombreggiate che in siepi larghe. La stabilità e l'indice di maturità aumentano parallelamente alla distanza tra le siepi e sono maggiori in siepi strette e basse che in siepi alte e larghe.

In base alle simulazioni presentate, non vi è un'unica soluzione e la massima produzione si può ottenere con siepi che presentano caratteristiche diverse. Tuttavia, la progettazione ottimale sarà quello che permetta di massimizzare la produzione con una gestione facile ed economica, senza dimenticare che non sempre la siepe più produttiva sarà quella più redditizia. La facilità ed economia di gestione dipendono, principalmente, da due questioni: facilitare il lavoro di macchinari poco costosi per le lavorazioni di coltivazione (raccolta, potatura, trattamenti) e ottenere una siepe che consenta la circolazione dell'aria per migliorarne lo stato sani-

Figura 9. Simulazioni di produzione di olio in siepi rettangolari N-S a 35°N di diversa altezza (2, 3 e 4 m), larghezza (1 m – sinistra e 3 m – destra), larghezza tra filari (2 a 8 m) (Connor e Gómez-del-Campo, 2013). Siepi con una larghezza di 1 m (sinistra) sono quelle adattate alla raccolta con vendemmiatrici, mentre in quelle larghe 3 m la raccolta deve essere effettuata con macchine più voluminose. Tutte le siepi raggiungono la massima produzione quando la distanza tra i lati di siepi contigue è uguale all'altezza. La massima produzione si ottiene con le siepi più alte. Le siepi più strette conseguono produzioni più elevate

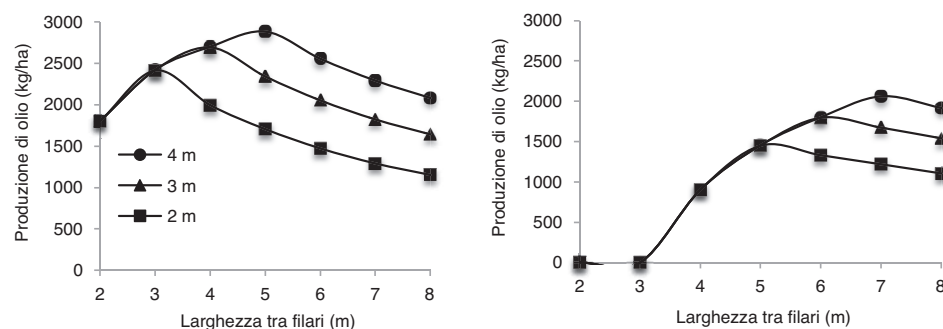
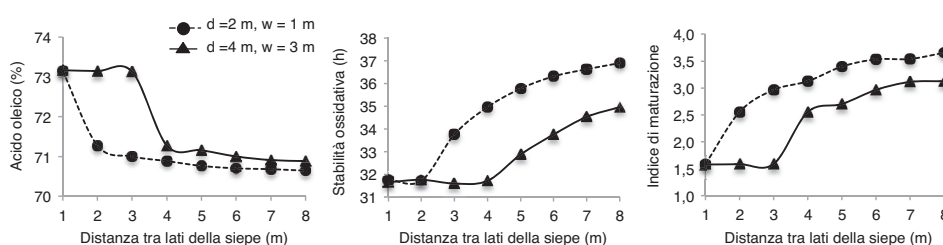


Figura 10. Effetto simulato della distanza tra i lati di siepi contigue o corridoio libero (1 - 8 m) sulla qualità dell'olio e indice di maturazione di siepi rettangolari N-S a 35°N, di due altezze (d= 2 e 4 m) e larghezze (w= 1 e 3 m) (Connor e Gómez-del-Campo, 2013)



tario. A livello di irraggiamento, si osserva che maggiore è la distanza tra le siepi, più alte e larghe queste dovranno essere per intercettare il massimo irraggiamento; tuttavia, più alta e larga è la siepe, più costosi saranno i macchinari di raccolta e più difficile diventerà la potatura. Questo indica apparentemente che le siepi basse e strette sono più redditizie.

L'ORIENTAMENTO DELLE SIEPI: UNA QUESTIONE ANCORA DA RISOLVERE

Le siepi vengono piantate in prevalenza con orientamento N-S; vi sono però situazioni (geometria dell'appezamento e pendenza del terreno) in cui non è possibile, anzi potrebbero esservi vantaggi nel modificare l'illuminazione della siepe attraverso altri orientamenti. Per questo dobbiamo domandarci quale sia l'effetto dell'orientamento della siepe sulla produttività e qualità dell'olio.

L'orientamento delle siepi definirà in larga misura la quantità e la distribuzione dell'irraggiamento e il loro effetto sui diversi processi fisiologici dell'olivo. Nella Figura 6 è presentata l'evoluzione dell'irraggiamento intercettato da siepi orientate N-S e E-O. L'orientamento N-S espone la coltivazione a elevati livelli di irraggiamen-

to in estate, mentre siepi orientate E-O intercettano un maggior irraggiamento all'inizio della primavera e in autunno, in coincidenza con il periodo di sintesi e accumulo di olio nelle olive.

Le principali differenze generate dall'orientamento della siepe derivano dalla distribuzione dell'irraggiamento tra i due lati della siepe. Nell'orientamento N-S, entrambi i lati ricevono un irraggiamento simile per tutto il giorno, il lato E è illuminato durante la prima metà del giorno, mentre il lato O è illuminato da mezzogiorno. In siepi E-O, il lato S (nell'emisfero Nord) rimane esposto all'irraggiamento solare per la maggior parte della giornata, mentre il lato N rimane in ombra, tranne in estate, durante brevi periodi della mattina e del pomeriggio. Il lato N dipende quindi dall'irraggiamento diffuso (irraggiamento con minor energia) dal cielo, dall'irraggiamento riflesso dal filare contiguo e da quello trasmesso dal lato al sole. Questi rapporti sono alterati dalla presenza di pori o spazi liberi senza foglie nella parete della siepe, che permettono ai raggi di attraversarla raggiungendo l'altro lato della siepe stessa. La presenza di pori nella siepe ha un effetto maggiore nell'orientamento E-O e permette ai periodi di maggior irraggiamento intercettato (inverno-primavera e autunno) di coincidere con gli an-

goli maggiori dei raggi solari, aumentando così l'irraggiamento trasmesso dal lato S al lato N. Nelle siepi orientate N-S, l'irraggiamento che attraversa il lato E e arriva a quello O di mattina è compensato dall'irraggiamento in senso inverso di pomeriggio.

Sono scarse le informazioni disponibili sull'effetto dell'orientamento delle siepi di olivo. In altri frutteti (mela, pera e vite), si è osservato un incremento della produzione nell'ordine del 15-25% dell'orientamento N-S rispetto a quello E-O (Khemira *et al.*, 1993); tuttavia la maggior produttività di N-S non può essere generalizzata, in quanto dipende dal ciclo fenologico di coltivazione, dalle caratteristiche strutturali della siepe e dalla latitudine del luogo. L'obiettivo sarà ottenere una stessa elevata illuminazione della siepe durante le fasi critiche per la determinazione della produzione e della qualità.

La disposizione dei filari modifica altri fattori direttamente correlati all'irraggiamento solare, come la temperatura. Numerosi processi biologici che intervengono nella crescita, nello sviluppo e nella qualità dei frutti dipendono dalla temperatura di questi ultimi. La differenza tra la temperatura del frutto e l'ambiente aumenterà in condizioni di maggiore irraggiamento incidente e minore ve-

locità del vento. Le differenze di irraggiamento e temperatura generate dall'orientamento della siepe possono influire sulla composizione chimica degli oli. Recentemente, Gómez-del-Campo e García (2012), lavorando con siepi della varietà "Arbequina" orientate N-S e E-O, hanno osservato che l'olio dei frutti che crescono sul lato E (siepe N-S) e lato N (siepe E-O) presenta un maggior contenuto di acido oleico, un minor contenuto di acido palmitico e linoleico rispetto all'olio estratto dal lato opposto. D'altra parte, indipendentemente dalla posizione dei frutti nella siepe, l'olio di siepi N-S ha evidenziato un maggior contenuto

di composti fenolici (ossia antiossidanti) rispetto alle siepi E-O. In relazione alla qualità dell'olio, è fondamentale stabilire il momento opportuno per il raccolto, e l'uniformità dello stato di maturazione. L'orientamento della siepe ha modificato l'indice di maturità, frutti di siepi E-O hanno anticipato la maturità rispetto a siepi N-S, fatto associato al maggior irraggiamento incidente in autunno sul lato S delle siepi E-O. Si deve tuttavia considerare che in siepi E-O poco porose si generano maggiori differenze di irraggiamento ricevuto tra i lati S e N, e quindi una maggior eterogeneità nello stato di maturazione.

Selezionare adeguatamente l'orientamento della siepe è più importante in ambienti con irraggiamento limitato (siepi strette, elevata nuvolosità). I lavori citati hanno utilizzato soltanto gli orientamenti estremi (N-S ed E-O), ma esistono ovviamente orientamenti intermedi che devono essere studiati per conoscerne l'impatto non soltanto sulla produzione e sulla qualità, ma anche sul fabbisogno idrico, sul danno provocato dalle basse temperature e sulla gestione delle infestanti. I dati forniti da test già in corso (Figura 11) permetteranno di chiarire tali questioni.

Figura 11. Appezamento sperimentale a Puebla de Montalbán (Toledo) in cui è stata piantata nel 2008 la varietà "Arbequina" in quattro orientamenti (N-S, E-O, quelli intermedi NE-SO e NO-SE), grazie all'aiuto di varie aziende. L'Università di Cordova e l'azienda Todolivo (Cordova) hanno programmato successivamente analoghe sperimentazioni



SFIDE

L'impianto a siepe per raccolta con vendemmiatrice presenta alcune limitazioni:

investimento iniziale elevato, pendenza moderata dell'appezamento e necessità di disporre di un sufficiente apporto idrico (pioggia o ac-

qua di irrigazione). Un'altra questione importante da risolvere è la ridotta gamma di varietà adattate a questo sistema. Le caratteristiche au-

spicabili di una varietà per coltivazione a siepe sono: rapida entrata in produzione, produzioni regolari, elevate e di alta qualità e ridotto vigore. Poche varietà soddisfano questi requisiti. Attualmente in oliveto superintensivo si sta piantando la varietà “Arbequina”, e in quantità minore “Arbosana” e “Koroneiki”. Piantare un’unica varietà su grandi superfici presenta un problema a livello di controllo della raccolta e di molitura. Inoltre, in aziende di piccole dimensioni, non è un sistema praticabile, salvo nel caso in cui oliveti vicini raccolgano con la stessa macchina.

Attualmente ci troviamo di fronte a due grandi sfide: stabilire la struttura ottimale e mantenerla. Per quanto riguarda il progetto ottimale della siepe, si devono stabilire le soglie di irraggiamento per la produzione di olio. L’irraggiamento permette di spiegare determinate componenti del rendimento (grandezza dell’oliva e rendimento grasso); tuttavia il numero di olive non si spiega soltanto con i livelli di irraggiamento, ma potrebbe essere influenzato da altri fattori, come la temperatura. Bisogna inoltre conoscere la risposta all’irraggiamento della produzione e della qualità dell’olio in varietà diverse, poiché i dati ottenuti finora provengono, per la maggior parte, da siepi di “Arbequina”. Disponiamo di poche

informazioni sulle siepi orientate E-O e i dati indicano che la risposta all’irraggiamento è prevedibilmente alla temperatura delle siepi orientate E-O sia diverso da quelle N-S.

Per quanto riguarda il mantenimento della struttura della siepe, è importante progettarela correttamente, in funzione non soltanto delle dimensioni delle macchine disponibili per il raccolto, ma con una conoscenza adeguata delle condizioni ambientali, edafiche e di coltivazione che determinano la crescita dell’olivo in un determinato luogo. In regioni dove la coltivazione sia caratterizzata da una scarsa crescita, sarà possibile utilizzare strutture di siepi basse e strette, adattate a macchine di minori dimensioni, mentre regioni favorevoli a un elevato vigore delle piante, le dimensioni ottimali della siepe dovranno essere superiori e occorrerà garantire, attraverso la gestione, l’adeguata illuminazione di tutta la chioma. La crescita vegetativa può essere controllata gestendo opportunamente l’irrigazione e i nutrienti e, in ultima istanza, con la potatura. I risultati del lavoro di vari gruppi di ricerca sull’irrigazione deficitaria nell’oliveto a siepe forniranno informazioni per utilizzare questa strategia e ridurre il vigore.

La maggiore difficoltà si riscontra però nell’oliveto

destinato alla produzione di olive da tavola. Il settore ha avviato alcuni esperimenti di oliveto a siepe. Le sfide che si presentano sono più impegnative rispetto all’oliveto da olio, poiché oltre a raggiungere elevate produzioni, le olive devono avere un calibro sufficiente e arrivare intatte allo stabilimento di lavorazione.

RINGRAZIAMENTI

Questi lavori hanno potuto essere realizzati grazie alle aziende che hanno permesso di accedere ai propri oliveti: Casas de Hualdo (La Puebla de Montalbán, Toledo), Jacinto Cabetas (Carpio de Tajo, Toledo), Antonio Capitán (Écija, Siviglia), Todolivo (Pedro Abad, Cordova) e tutte le persone che hanno partecipato alla raccolta alle diverse altezze e sui diversi lati di queste siepi e alla successiva preparazione dei campioni di oliva ed estrazione dell’olio (Ana Centeno, Ángela Rodríguez, Beatriz Somoza, Enrique Vivas, Mercedes Ortí, Ignacio Sanjuan, Felipe Oliva). Abbiamo potuto quantificare il contenuto di olio dei campioni di oliva grazie al fatto che Diego Barranco ci ha messo a disposizione il team di RMN dell’Università di Cordova. Eduardo Trentacoste sta realizzando la tesi di laurea alla UPM grazie al programma ERASMUS MUNDUS della UE. Questi lavori sono stati

in parte finanziati dalla UPM della Comunidad di Madrid (Project M0800204112). La sperimentazione degli orientamenti, avviata a Puebla de Montalbán (Toledo), è stata finanziata dalle aziende Casas de Hualdo, Todolivo, Regaber e Agromillora. ■

Questo lavoro è stato precedentemente pubblicato sulla Revista de Fruticultura n. 24.

BIBLIOGRAFIA

Acebedo M.M., Cañete M.L., Cuevas J. 2000. Processes affecting fruit distribution and its quality in the canopy of olive trees. *Adv. Hort. Sci.* 14: 169-175.

Cain J.C. 1972. Hedgerow orchard design for most efficient interception of solar radiation. Effects of tree size, shape, spacing, and row direction. *Search Agric.* 2:1-14.

Connor D.J. 2006. Towards optimal designs for hedgerow olive orchards. *Aust. J. Agric. Res.* 57:1067-1072.

Connor D.J., Centeno A., Gómez-del-Campo M. 2009. Yield determination in olive hedgerow orchards. II. Analysis of radiation and

fruiting profiles. *Crop Pasture Sci.* 60:443-452.

Connor D.J., Gómez-del-Campo M., Comas J. 2012. Yield characteristics of N-S oriented olive hedgerow orchards, cv. Arbequina. *Sci. Hort.* 133: 31-36.

Connor D.J., Gómez-del-Campo M. 2013. Simulation of oil productivity and quality of N-S oriented olive hedgerow orchards in response to structure and interception of radiation. *Sci. Hort.* 150:92-99.

Gómez-del-Campo M., García J.M. 2012. Canopy fruit location can affect olive oil quality in 'Arbequina' hedgerow orchards. *J. Amer. Oil Chemists* 89:123-133.

Jackson J.E., Palmer J.W. 1972. Interception of light by model hedgerow orchards in relation to latitude, time of year and hedgerow configuration and orientation. *J. Applied Ecol.* 9:341-357.

Jackson J.E., Palmer J.W. 1980. A computer model study of light interception by orchards in relation to mechanized harvesting and management. *Sci. Hort.* 13:1-7.

Khemira H., Lombard P.B., Sugar D., Azarenko A.N. 1993. Hedgerow orien-

tation affects canopy exposure, flowering, and fruiting of Anjou pear trees. *HortScience* 28: 984-987.

Morettini A. 1972. *Olivicoltura*. Ramo Editoriale Degli Agricoltori. Roma. Italia.

Ortega-Nieto J.M. 1945. *Poda del Olivo, con aplicaciones especiales a la zona de Ubeda y 'El Condado'* (Jaén). Editora El Olivo, S.S.L. Jaén. España.

Pastor M., García-Villa M., Soriano M.A., Vega V., Fereres E. 2007. Productivity of olive orchards in response to tree density. *J. Hort. Sci. Biotechnology* 82: 555-562.

Tombesi A., Standardi A. 1979. Influenza della defogliazione, della eliminazione dei frutti e della decorticazione anulare sulla differenziazione delle gemme a fiore nell'olivo. *Annali della Facoltà di Agraria di Perugia* 33: 407-421.

Tombesi A., Cartechini A. 1986. L'effetto dell'ombreggiamento della chioma sulla differenziazione delle gemme a fiore dell'olivo. *Riv. Ortoflorofrutticoltura Italiana* 70: 277-285.

Potenziale antiossidante degli estratti di legno di potatura di olivi, cv. Arbequina, provenienti da Catamarca. Argentina

C. Salim Rosales, P. Gómez, E. Gómez, N. Rodríguez e M. Bravo

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca. analitica@caunca@gmail.com

RESUMEN

L'Argentina ha circa 105.000 ettari coltivati a olivo, per la maggior parte con un sistema di produzione intensivo in cui la potatura è una pratica di gestione abituale. Tuttavia, si sa poco della potenzialità del legno proveniente dai residui di potatura degli olivi come fonte di antiossidanti naturali. In questo lavoro si vogliono valutare le proprietà antiossidanti degli estratti di legno di Arbequina provenienti dalla Valle Centrale di Catamarca (Argentina), in quanto si tratta della varietà e della provincia con la maggior superficie coltivata del paese. Si è lavorato con estratti etanolici al 50% e in acetato di etile. Si è valutato il contenuto polifenolico degli estratti, la loro capacità antiradicalica nei confronti del radicale libero (RL) DPPH e l'attività antiossidante degli stessi, attraverso l'applicazione a olio di oliva vergine, soggetto a ossidazione per 5 giorni a 80 °C. La verifica dei progressi del processo ossidativo degli oli trattati e degli oli di controllo è stata eseguita mediante determinazione di polifenoli totali, indice di pe-

rossidi, assorbimenti all'ultravioletto (K232 y K270), acidità libera e profilo acido. I risultati mostrano che l'etanolo acquoso presenta un maggior potere estrattivo rispetto all'acetato di etile, il che evidenzia la polarità dei principi attivi estratti. D'altra parte, alle concentrazioni di estratto testate (100, 300 e 600 ppm), quelli con maggior concentrazione presentano un potenziale di inibizione (PI) di radicali liberi DPPH superiore al 90%, 15 minuti dopo aver miscelato l'estratto con il radicale libero. Gli estratti applicati a olio d'oliva vergine, a temperatura ambiente, esercitano un lieve effetto protettivo, ma mancano di attività antiossidante, una volta sottoposti a condizioni di ossidazione forzata. Si consiglia l'applicazione degli estratti ad altri sistemi che consentano una migliore distribuzione interfacciale dei fenoli aggiunti, favorendo i meccanismi di protezione antiossidante. Alla luce del crescente interesse per l'utilizzo di antiossidanti di origine naturale, questi estratti, o i loro derivati, possono diventare una valida alternativa di mercato per il settore olivicolo.

Parole chiave: Olea europaea L.; legno; estratti; antiossidanti; polifenoli totali; DPPH.

INTRODUZIONE

Attualmente la superficie piantata a olivo in Argentina è di circa 105.000 ettari e il paese è il primo produttore ed esportatore di olio d'oliva e olive da tavola dell'America (Federación Olívicola Argentina, 2011). Le principali province produttrici sono, in ordine di superficie piantata, Catamarca, La Rioja, Mendoza, San Juan, Córdoba e Buenos Aires (Federación Olívicola Argentina, 2011; Peter Searles *et al*, 2011). L'attività olivicola è una delle principali attività economiche delle valli aride delle regioni di Cuyo e del NOA.

Catamarca ha assistito a un'importante espansione dell'area coltivata a partire dagli anni '90, in seguito a politiche di agevolazione fiscale (Legge N. 22.021) e alle condizioni favorevoli del mercato estero. Queste situazioni hanno determinato la creazione di numerose aziende con oliveti coltivati con sistemi intensivi e ad alta

tecnologia. Oggi Catamarca ha 24.500 ettari coltivati (Searles et al, 2011), distribuiti nelle regioni della Valle Centrale (Capayán e Valle Viejo), nel Bolsón de Pipanaco (Pomán) e nelle zone d'altura (Tinogasta). Circa l'80% delle varietà coltivate sono da olio; tra queste spiccano Arbequina, Frantoio, Barnea e Coratina. Il restante 20% corrisponde alle varietà a duplice attitudine, come la Manzanilla (Matías *et al*, 2012). La varietà Arbequina è particolarmente rilevante nella provincia per l'elevata percentuale di superficie coltivata, grazie alla quale Catamarca è il principale centro di produzione di quest'olio al di fuori della Cataluña (Andrada *et al*, 2008).

L'industria oleicola di Catamarca destina il 90% al mercato estero e il 10% al mercato interno. Nel caso delle olive da tavola, il 70% del volume lavorato dall'industria è destinato al mercato estero e il 30% al mercato interno, per esempio supermercati, grossisti e dettaglianti (Cáceres *et al*, 2009). I principali compratori dell'olio sono gli Stati Uniti e il Brasile (Cáceres *et al*, 2009), mentre questa situazione si inverte per le olive da tavola, per le quali il principale acquirente è il Brasile seguito dagli USA. (Cáceres *et al*, 2009). La delicata situazione attualmente vissuta dall'economia europea ha tuttavia penalizzato la redditività del

settore olivicolo argentino per il fatto che, per contrastare la crisi, i paesi tradizionalmente olivicoli, sono entrati in concorrenza per conquistare gli attuali mercati di vendita argentini (Pallares, 2012). Di fronte a questa situazione è necessario ricercare nuove nicchie di mercato, non soltanto per l'olio, ma anche per i sottoprodotti della produzione olivicola. Tra le alternative percorribili, una soluzione innovativa potrebbe essere l'estrazione degli antiossidanti presenti nei residui di questa industria (Gómez *et al*, 2008), in particolare quelli ottenuti dalla potatura dell'olivo, biomassa attualmente non sfruttata e che si prevede che continuerà ad aumentare nel tempo, trattandosi di una pratica agricola abituale e necessaria per questo tipo di coltivazione, soprattutto in una gestione intensiva (Iñiguez Monterde *et al.*, 1999).

Si definisce antiossidante qualsiasi sostanza che, trovandosi presente in basse concentrazioni rispetto a quelle di un substrato ossidabile (molecole organiche o inorganiche), ritarda o previene l'ossidazione dello stesso (Venereo Gutiérrez, 2002). È comunemente accettato che i composti polifenolici (CPF) sono antiossidanti multifunzionali. I CPF rappresentano un gruppo complesso di metaboliti secondari biosintetizzati dal regno vegetale (Wood et al,

2001) che agiscono come fitoalessine, proteggendo le piante dallo stress provocato dall'ambiente o da infestazioni (Pelayo Villarejo, 2006; Rugna et al, 2007). In ogni situazione di stress, si ha un comportamento metabolico diverso che condiziona la produzione e la variabilità di questi metaboliti (Harbone, 1994), per cui individui di una stessa specie che crescono in ambienti diversi, presentano variazioni della sintesi dei loro composti fenolici (Matsuki, 1996). Uno dei fattori più importanti che determina l'attività antiossidante dei polifenoli è il grado di idrossilazione e la posizione dei gruppi idrossili nella molecola (Oliveras López, 2005); quelli che contengono una struttura ortodidrossifenolica hanno una maggior attività antiossidante (De la Torre Carbot, 2007).

L'olivo, come altre piante, aumenta la produzione di composti polifenolici in risposta a fattori ambientali (Halls, 2003). I composti fenolici degli estratti di diverse parti della pianta di olivo (foglie, frutti, fiori, corteccia) sono stati utilizzati in passato nella medicina popolare e attualmente esistono precedenti studi sull'elevata attività antiossidante delle infusioni di foglie di questo albero (Romani, 1999); tale caratteristica ha condotto alla commercializzazione degli estratti di foglia di olivo, in

seguito alla grande utilità nella fitoterapia, nella cosmetica e nelle industrie farmaceutica e alimentare.

D'altra parte, si hanno sempre più informazioni sui benefici dell'impiego di antiossidanti naturali per la salute dell'uomo e nell'industria e sugli svantaggi degli antiossidanti sintetici che sono volatili e potenzialmente cancerogeni (Venereo Gutiérrez, 2002; Dwyer, 1996); pertanto è necessario esplorare nuove fonti naturali di metaboliti con attività antiossidante. In questo senso, il legno di olivo proveniente da potatura può essere una valida alternativa, tuttavia oggi quasi non esiste letteratura sulla composizione fenolica del legno di questa specie, mentre esistono lavori puntuali sui lignani e glucosidi isolati dalla corteccia di diverse specie del genere *Olea* (Chiba, 1979; Tsukamoto, 1985), sulla determinazione di acido clorogenico mediante cromatografia su strato sottile (Ozkaya, 1999) e sulla frazione volatile del legno e la potenzialità dei residui legnosi provenienti dalla potatura dell'oliveto come nuova fonte di antiossidanti naturali (Altarejos, 1997; Pérez-Bonilla, 2003).

A livello locale, gli studi compiuti dal presente team di ricerca, evidenziano la presenza di polifenoli con proprietà antiossidanti nella

sansa a due fasi proveniente dalla produzione di olio di olive Arbequina e Coratina, (Gómez *et al*, 2007) e in foglie di olivi di Arbequina (Gómez *et al*, 2008) e Coratina (Reales *et al*, 2010), coltivati nella Valle Centrale di Catamarca. La presente sperimentazione si prefigge di portare avanti in questo senso lo studio delle potenzialità del legno proveniente dalla potatura dell'olivo come fonte naturale di antiossidanti, fornendo una informazione di base per avviare probabili applicazioni di un residuo completamente rinnovabile, ma ancora sottovalutato, dell'industria olivicola.

OBIETTIVI

Valutare le potenzialità del legno proveniente dalla potatura di olivi della varietà Arbequina, coltivati nella Valle Centrale della Provincia di Catamarca, come fonte di antiossidanti naturali a partire dalla determinazione del contenuto di polifenoli totali e ortodifenoli, delle proprietà antiradicali e dell'attività antiossidante degli estratti di questo residuo vegetale in solventi di diversa polarità.

METODOLOGIA

Campionamento

Abbiamo lavorato con residui di potatura di olivo

(*Olea europaea* L.), cultivar Arbequina, provenienti dall'azienda Agrofresco S.A, situata in località Las Esquinas, dipartimento Valle Viejo, Catamarca, Argentina. Il prelievo di campioni è stato effettuato nell'Agosto 2007, mediante campionamento casuale semplice. Mediante sorteggio sono state scelte 20 piante, dalle quali sono stati raccolti i residui di potatura. I rami di olivo sono stati trasportati al Laboratorio di Chimica della Facoltà di Scienze Agrarie della Universidad nacional de Catamarca (UNCa), dove sono stati sottoposti a pulitura, essiccazione in stufa per 48 ore a una temperatura di 40 °C, eliminazione delle foglie e macinatura del legno. I campioni sono stati immagazzinati in recipienti perfettamente identificati.

Preparazione degli estratti, contenuto di polifenoli, o-difenoli e solidi totali

Sono stati preparati, in cinque esemplari, estratti di legno di olivo in etanolo acquoso al 50% (ME) e in acetato di etile (MAc), utilizzando un rapporto 1:10 p/v; questi sono stati lasciati macerare in beaker, ricoperti con pellicola e foglio di alluminio, a temperatura ambiente, per 24 ore. In seguito è stata effettuata una filtrazione a vuoto e al residuo rimanente sono stati aggiunti 50 ml di solvente fresco. Il processo è

stato ripetuto stimando 48 h di macerazione. Gli estratti ottenuti dalla prima e seconda macerazione sono stati combinati e il volume finale di ogni estratto è stato diviso in due parti da 50 ml, misurati in matraccio tarato. Una delle parti è stata destinata alla quantificazione di polifenoli totali (PFT) e ortodifenoli (ODF), l'altra è stata utilizzata per determinare la quantità di solidi totali (ST). I campioni sono stati riposti in recipienti di ambra per una maggior protezione dalla luce a 5-10 °C. Si è ripetuta la procedura per ottenere gli estratti con acetato di etile.

Il contenuto polifenolico è stato valutato con il metodo di Folin-Ciocalteu, mediante spettrofotometria di assorbimento a $\lambda = 725$ nm. È stato calcolato mediante la formula (1). È stato inoltre misurato il contenuto ortodifenolico con molibdato di sodio al 5% in etanolo acquoso al 50%, a $\lambda = 370$ nm. È stato calcolato mediante la formula (2). Nelle due determinazioni è stato impiegato acido caffeico come campione.

$$\text{ppm PFT} = L \times \text{VD} \times \text{VT} / (\text{VA} \times \text{MM}) \quad (1)$$

$$\text{ppm ODF} = L \times \text{VD} \times \text{VT} / (\text{VA} \times \text{MM}) \quad (2)$$

Dove: L: Lettura della curva in ppm. VD: Volume di diluizione; VT: Volume totale dell'estratto; VA: Volume della parte; MM: Massa del campione.

Il contenuto di solidi totali è stato valutato con il metodo di evaporazione a 105 °C, fino a secchezza, e successive pesature fino a raggiungere un peso costante.

Per ogni determinazione è stata svolta un'analisi descrittiva dei dati, effettuata attraverso i valori delle mediane. Nell'analisi statistica inferenziale, invece, si è utilizzata l'analisi della varianza non parametrica, calcolando le differenze significative dei ranghi medi con il test di Kruskal Wallis, considerando significativi i valori con $p < 0.05$. Il software statistico utilizzato è InfoStat versione 1.1, 2002.

Determinazione della capacità di cattura del radicale 2,2-difenil-1-picrilidrazile (DPPH)

Mediante diluizione degli estratti ME e MAc sono state preparate delle soluzioni di 100, 300 e 600 ppm di estratto.

A partire da una soluzione stock di DPPH, è stata preparata una soluzione di $7,4 \times 10^{-5}$ M (Pérez Bonilla *et al.*, 2003) di metanolo di grado analitico. È stata valutata, con cinque ripetizioni, la capacità antiradicali delle diverse soluzioni di estratto mediante test con RL 2,2-difenil-1-picrilidrazile (DPPH) (Brad Williams *et al.*, 1995; Gadow *et al.*, 1997) utiliz-

zando un rapporto stechiometrico dell'estratto: DPPH = 1,6:1 (Pérez Bonilla *et al.*, 2003). Si è monitorata la cinetica della reazione della miscela per 30 minuti leggendo gli assorbimenti in uno spettrofotometro a 515 nm e sono state calcolate le percentuali di inibizione, in base alla formula (3):

$$\text{PI} = [(A_{t=0 \text{ min}} - A_{t=15 \text{ min}}) / A_{t=0 \text{ min}}] \times 100. \quad (3)$$

Dove: $A_{t=0 \text{ min}}$: Assorbimento iniziale del DPPH; $A_{t=15 \text{ min}}$: Assorbimento dopo 15 minuti dalla produzione della miscela dell'estratto:DPPH.

L'analisi descrittiva è stata eseguita con i valori delle mediane dei PI. Per il trattamento statistico si utilizza l'analisi della varianza non parametrica di Kruskal Wallis, considerando significativi i valori di $p < 0.05$.

Applicazione degli estratti a un substrato lipidico

Sono stati versati, in tre beute da 2000 ml, 1250 ml dell'olio d'oliva vergine (S), caratterizzato in precedenza. Successivamente sono stati incorporati, separatamente ed agitando in modo energetico e continuo, gli estratti ME e MAc, in una concentrazione di 120 ppm di fenoli totali. Le miscele di olio di controllo ed estratto etanologico di legno (S-ME) e olio di con-

trollo ed estratto con acetato di etile (S-MAc) sono state lasciate riposare per 48 ore a temperatura ambiente, al riparo dalla luce.

Ogni sistema modello (trattamento) è stato frazionato in cinque parti da 250 ml che sono state travasate in flaconi color caramello senza tappo, precedentemente contrassegnati. Sono stati frazionati nello stesso modo anche i campioni di controllo.

L'ossidazione lipidica si è verificata per 5 giorni a 80 °C in stufa e il monitoraggio della stessa è stato effettuato mediante determinazione dei polifenoli totali con il metodo Folín Ciocalteu, a $\lambda = 725$ nm, indice di perossidi (IP) conformemente all'ISO 3960-COI/T15-IUPAC 2501, assorbimenti all'ultravioletto K_{232} y K_{270} in base al COI/T20/Doc. N. 19, acidità libera secondo il COI/T15 e profilo acidico secondo COI/T20/Doc. N. 24. Le determinazioni sono state effettuate prima di sottoporre i campioni al riscaldamento e a 1 e 5 giorni dall'inizio del test, eccetto il profilo acidico, che è stato realizzato soltanto dopo applicazione degli estratti all'olio. Per la successiva elaborazione statistica, l'esperimento è stato ripetuto cinque volte. È stata utilizzata l'analisi della varianza non parametrica di Kruskal Wallis, considerando significativi i valori di $p < 0.05$.

RISULTATO E DISCUSSIONE

Contenuto di polifenoli, o-difenoli e solidi totali

Come si osserva nel Grafico 1, i contenuti di PFT, ODF e ST degli estratti di legno d'olivo variano a seconda dei solventi di estrazione utilizzati nei test. I rendimenti più elevati di ST, PFT e ODF sono stati ottenuti negli estratti con etanolo acquoso al 50%, il che rivela la natura polare dei fenoli estratti (tabella 1).

Con il solvente acetato di etile è stato estratto un 71,51% di PFT in meno che con l'etanolo acquoso al 50%, registrando rispettivamente valori di 5395,13 mg e 18938,85 mg di fenoli per chilogrammo di legno (Grafico 1 e Tabella 1). Inoltre, le differenze delle mediane del contenuto di PFT per gli estratti trattati con etanolo al 50% e acetato di etile sono risultate statisticamente significative ($p < 0,0079$) (Tabella 1).

Un comportamento simile è stato osservato nei valo-

Grafico 1. Mediane dei rendimenti di PFT e ODF degli estratti ME e MAc di olivo.

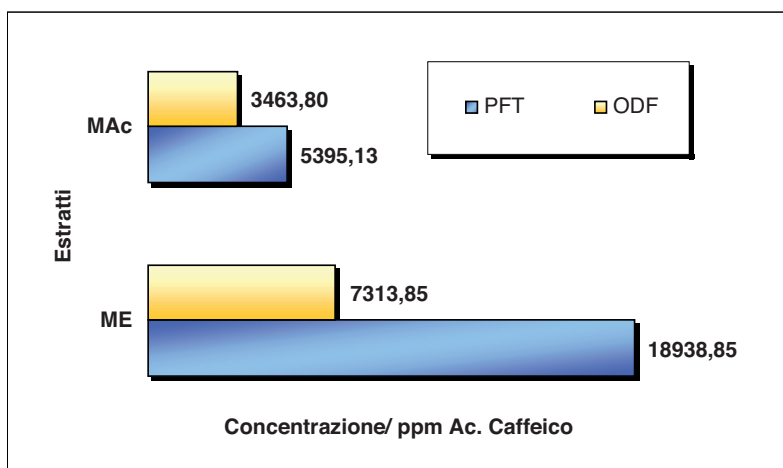


TABELLA 1.
Mediane dei rendimenti di PFT, ODF y ST negli estratti ME e MAc

Parametri	Mediane*		Differenze di estrazione
	ME	MAc	
PFT	18938,85 A	5395,13 B	71,51
ODF	7313,85 A	3463,80 B	52,64
ST	17,54 A	3,00 B	82,9

* Lettere diverse indicano differenze significative al 5% (calcolate mediante l'analisi unilaterale di varianza per ranghi di Kruskal Wallis).

ri registrati nei rendimenti di ODF (Grafico 1). L'etanolo acquoso ha estratto un 52,64% in più di ODF rispetto all'acetato di etile. In questo caso, a livello statistico, sono state rilevate anche, tra le mediane degli estratti, differenze significative ($p < 0,0079$) (tabella 1). Tuttavia, l'acetato di etile ha estratto una maggior percentuale di ODF nel legno rispetto all'etanolo acquoso. I valori registrati di PFT e ODF indicano che soltanto il 38,62% di PFT quantificati nell'estratto etanologico sono ODF, in quanto nell'estratto con acetato di etile tale percentuale sale al 64,20% (Grafici 2 e 3). Questo dato risulta interessante se si tiene conto che il grado di idrossilazione e la posizione dei gruppi ossidrilici nella molecola sono fattori importanti nell'attività antiossidante dei CPF (Oliveras López, 2005; De la Torre Carbot, 2007).

È stato inoltre rilevato che, con acetato di etile, l'estrazione ha un 82,90% in meno di ST rispetto a quella ottenuta con etanolo acquoso al 50% e sulla base dell'analisi statistica esistono differenze significative ($p < 0,0079$) nel rendimento di ST a seconda dei solventi di estrazione (Tabella 1 e Grafico 4).

In questo studio si è evidenziato, in coincidenza con altre ricerche (Perez-Bonilla

et al, 2003), che la composizione chimica del legno comprende in larga misura composti fenolici idrosolubili, dato che è l'etanolo acquoso al 50% quello che ha rivelato estrazioni più efficienti, ottenendo valori delle mediane dei rendimenti di ST, PFT y ODF significativamente superiori. Tuttavia, va sottolineato che è stato l'acetato di etile ad estrarre la maggiore percentuale di ODF sui fenoli totali estratti.

È importante segnalare che, dal punto di vista delle possibili applicazioni degli estratti come conservanti di prodotti alimentari o per l'impiego nell'industria farmaceutica e cosmetica, il maggior potere estrattivo della miscela etanolica acquosa, per PFT, ODF e ST, risulta positivo per l'innocuità dell'etanolo e la tossicità dell'acetato di etile.

Attività antiradicali

Dei sei estratti di legno di olivo della varietà Arbequina analizzati, i più attivi sono risultati essere MAc 600 ppm e ME 600 ppm, rispettivamente in quest'ordine, in linea con studi che hanno riscontrato un'eccellente attività antiradicali degli estratti di legno di olivo in questi stessi solventi (Perez Bonilla et al, 2003). Ad eccezione del trattamento MAc 100 ppm, tutti gli estratti di legno hanno evidenziato PI supe-

Grafico 2. Percentuale di ODF dell'estratto ME

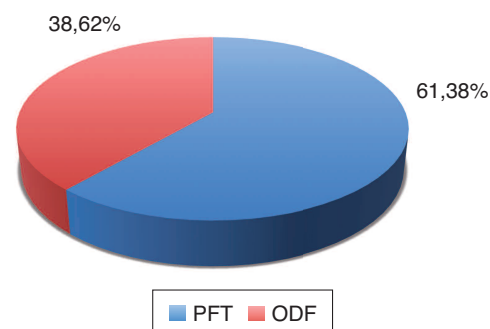


Grafico 3. Percentuale di ODF dell'estratto MAc

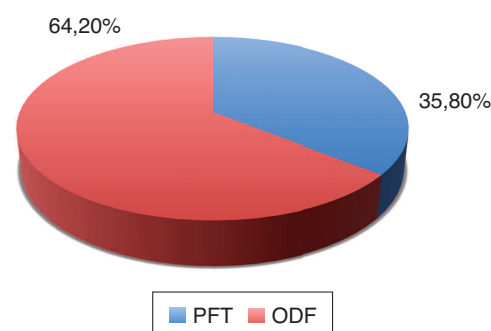
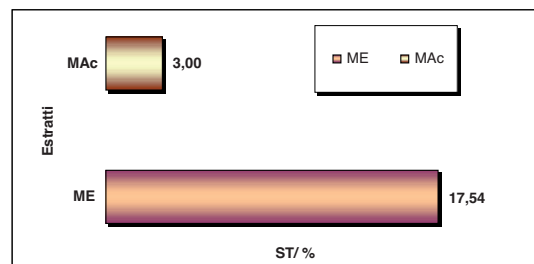


Grafico 4. Mediane dei rendimenti di ST degli estratti ME e MAc di olivo



riori al 50% dopo 15 minuti dalla realizzazione della miscela di estratto:DPPH (Tabella 2), valore registrato per il butilidrossitoluene (BHT) a 500 ppm (Rosales Castro M. y Gonzáles Laredo R. 2003). A 600 ppm la maggior capacità di cattura di RL è stata evidenziata dall'estratto in acetato di etile, mentre per

300 e 100 ppm gli estratti etanolici hanno evidenziato una migliore attività antiradicali (tabella 2).

D'altra parte, nel grafico 5 si osserva che a 600 ppm esiste una minore differenza nel comportamento degli estratti in etanolo acquoso al 50% e in acetato di etile, rispetto al resto delle concentrazioni testate. È stato verificato che a 600 ppm l'estratto MAc ha raggiunto un'attività del 2,75% superiore a ME. Tuttavia, a 300 ppm l'estratto ME ha mostrato un'attività antiradicali del 30,23% superiore a MAc. Continuando a diminuire la concentrazione dei due estratti di legno, il potere inibitorio si riduce in modo accentuato e si è registrato che, a 100 ppm, ME presenta una capacità di cattura superiore del 52,82% all'estratto MAc (Grafico 5).

Nel grafico 6 si osserva che gli estratti in acetato di etile hanno evidenziato un rapporto diretto tra la concentrazione degli estratti e la capacità di cattura del RL DPPH. Così, il maggiore potere inibitorio (95,14%) del RL è stato rivelato dall'estratto a 600 ppm. A 300 e 100 ppm gli estratti hanno evidenziato un'attività antiossidante inferiore (64,44% e 27,73%). Nel frattempo i PI delle soluzioni etanoliche di 600 e 300 ppm sono stati praticamente coperti dall'elevata quantità

TABELLA 2.

Mediane dei PI degli estratti ME e MAc di olivo per 100, 300 e 600 ppm (estratto:DPPH = 1,6:1; 15 min.)

Estratti	Concentrazioni nell'estratto	PFT	ODF	% ODF/PFT	PI
ME	600 ppm	11363,31	4388,31	38,62	92,52
	300 ppm	5681,65	2194,16		92,37
	100 ppm	1893,88	731,39		58,77
MAc	600 ppm	3237,08	2078,28	64,20	95,14
	300 ppm	1618,54	1039,14		64,44
	100 ppm	539,51	346,38		27,73

Grafico 5. Attività antiossidante degli estratti di legno di olivo espressa in termini di mediane di PI a 100, 300 e 600 ppm (estratto:DPPH= 1,6:1; 15 min.)

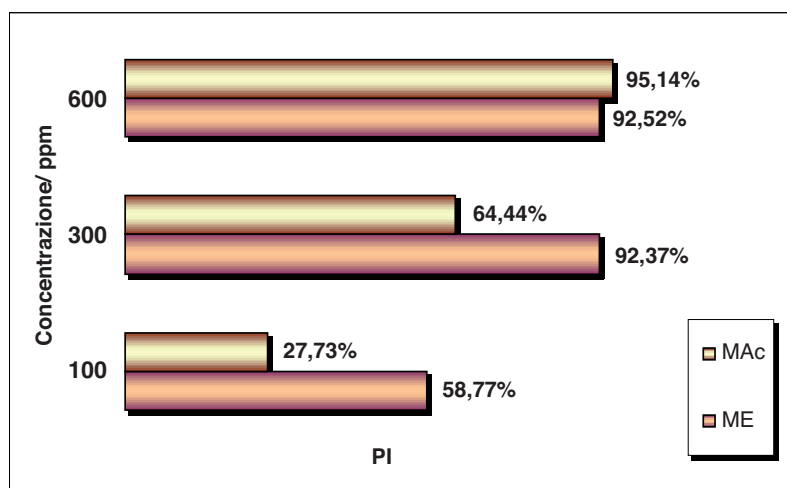
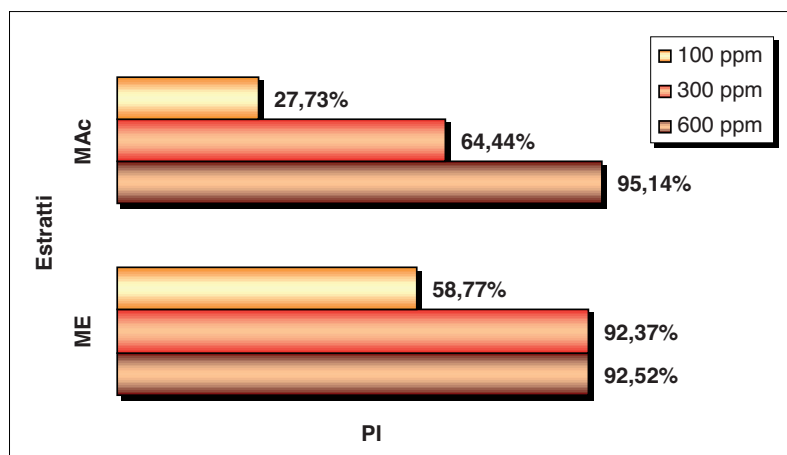


Grafico 6. Attività antiossidante degli estratti di legno di olivo in funzione dei solventi di estrazione, espressa in termini di mediane di PI a 100, 300 e 600 ppm (estratto:DPPH= 1,6:1; 15 min.)



di CF antiossidanti presenti nei due estratti. In altre parole, in questo solvente l'incidenza della concentrazione dell'estratto sulla capacità di cattura del radicale libero non è stata molto rilevante. Solo il trattamento ME 100 ppm ha evidenziato un'attività notevolmente minore rispetto a quelli più concentrati.

L'estratto MAc 600 ppm, con maggiore percentuale o-difenolica, ha evidenziato il PI più elevato dei sei estratti analizzati; tuttavia, effettuando il test di Kruskal Wallis, non sono state riscontrate differenze significative al 5% con i PI dei trattamenti ME 600 ppm e ME 300 ppm che hanno evidenziato PI superiori al 90% (tabella 3).

TABELLA 3.

Mediane dei PI di estratti ME a 300 e 600 ppm e dell'estratto MAc a 600 ppm

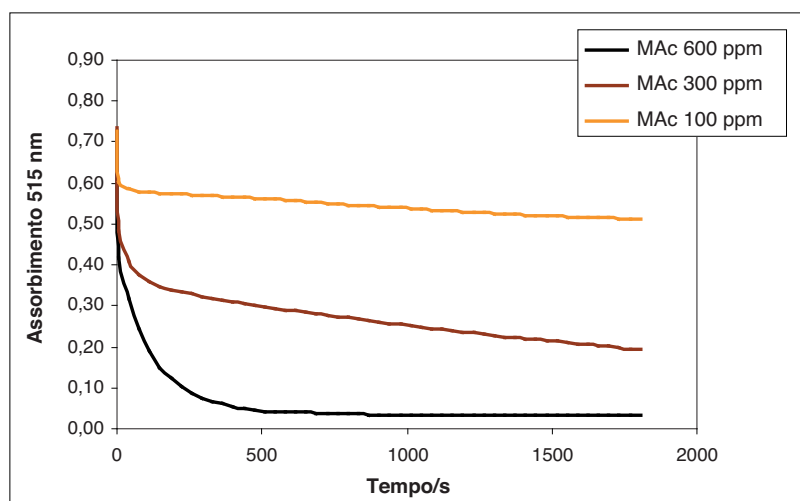
Estratti	Mediane di PI*
MAc 600 ppm	95,14 A
ME 300 ppm	92,37 A
ME 600 ppm	92,52 A
* Lettere diverse indicano differenze significative al 5%.	

Gli estratti in acetato di etile, che hanno evidenziato un rapporto diretto tra la concentrazione degli estratti e il PI, hanno presentato cinetiche di reazione diverse ri-

spetto al RL DPPH (Grafico 7). A 600 ppm la curva dell'assorbimento della miscela estratto: DPPH scende fino a un valore minimo di 0,032 e poi comincia a stabilirsi l'e-

quilibrio della reazione sino a stabilizzarsi infine a un assorbimento di 0,033 con un PI del 95,42%; tale attività è rimasta quasi costante fino al termine dei trenta minuti di misurazione. A 300 ppm i valori di assorbimento hanno continuato a diminuire fino al termine dei 30 minuti di lettura, vale a dire che l'attività antiossidante di MAc 300 ppm ha continuato a manifestarsi senza raggiungere un equilibrio. Nel caso di MAc 100 ppm si è osservato che la stechiometria estratto: DPPH testata (1,6:1) non è quella adatta a inibire il RL. Le letture finali degli assorbimenti di questa miscela hanno rivelato che la curva stava arrivando a un equilibrio con percentuali di cattura del 31,73% e 31,75%. Gli estratti etanolici testati sono risultati invece intensamente attivi; si osserva tuttavia anche una netta differenza nel comportamento antiradicali della soluzione più diluita dell'estratto (Grafico 8). Con il trattamento ME 600 ppm, la reazione è andata rapidamente verso l'equilibrio fino a raggiungerlo con un assorbimento di 0,055 e un PI del 95,52%, valori che sono rimasti costanti dai 1373 secondi e fino al termine dei trenta minuti di lettura. Anche ME 300 ppm, da parte sua, ha evidenziato un'eccellente attività di cattura di RL, ma a differenza di ME 600 ppm, la rapidità della reazione è stata minore; si è stabilizzata a 0,057 di A e PI del

Grafico 7. Mediane degli assorbimenti, in funzione del tempo, delle miscele estratto:DPPH = 1,6:1 delle soluzioni di 100, 300 e 600 ppm in estratto di legno di olivo con acetato di etile

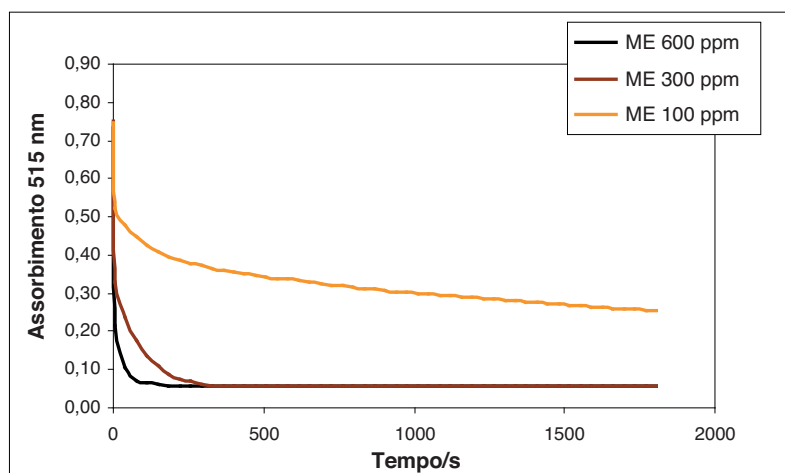


92,37%. Infine, è stato evidenziato che ME 100 ppm reagisce più lentamente degli estratti più concentrati. Dopo i trenta minuti del test, la curva non è arrivata a stabilizzarsi, non è riuscita a raggiungere l'equilibrio ed è continuata la diminuzione dell'assorbimento, necessitando in questo caso di più tempo di reazione.

Precedenti test indicano che la bioattività riportata negli estratti vegetali si deve non soltanto ai diversi meccanismi esercitati dai composti fenolici in essi contenuti (flavonoidi, tannini, chinoni), ma anche all'effetto sinergico dell'insieme di metaboliti secondari che potrebbe contenere la pianta (alcaloidi, terpeni), ai quali viene riconosciuta la stessa attività (Murillo *et al.*, 2007).

Attraverso l'analisi effettuata sul potere inibitorio di RL e la cinetica della reazione degli estratti di legno di olivo in etanolo: acqua 50% e in acetato di etile sul radicale DPPH, si conferma che la polarità del solvente estrattore riveste un ruolo importante nella capacità di cattura del RL DPPH, comportamento che è vincolato alla natura dei due composti estratti e che potrebbe essere spiegato attraverso l'isolamento e l'identificazione dei composti puri presenti negli estratti e lo studio della loro capacità antiossidante.

Grafico 8. Mediane degli assorbimenti, in funzione del tempo, delle miscele estratto: DPPH = 1,6:1 delle soluzioni di 100, 300 e 600 ppm in estratto di legno di olivo con etanolo al 50%



Indipendentemente dal solvente utilizzato, il presente studio evidenzia che gli estratti di legno di olivo con elevato contenuto di PFT, sono eccellenti ricettori di RL e potrebbero essere considerati una fonte potenziale di antiossidanti. Ciononostante, tutte queste supposizioni dovrebbero essere confermate da studi qualitativi e cinetici più approfonditi e soprattutto essere integrati dall'applicazione di questi estratti in sistemi biologici reali per valutare la capacità di cattura effettiva di RL.

Attività antiossidante

Delle 120 ppm di PFT aggiunte, il trattamento etanolic ha incorporato soltanto l'1,52% e il trattamento con acetato di etile il 4,68% del totale dei fenoli aggregati. L'incremento fenolico nel trattamento S-ME è stato

minore rispetto a S-MAc, il che evidenzia una migliore distribuzione delle strutture fenoliche dell'estratto MAc sul substrato lipidico, dovuto forse al fatto che con l'acetato di etile si estraggono composti con polarità minore e quindi con maggior solubilità nell'olio. Si è osservato che dopo un giorno di esposizione a elevate temperature, sia S (olio d'oliva vergine di controllo) che gli oli con gli estratti presentano un calo iniziale dei PFT (Tabella 4 e Grafico 9). Nel giorno 0, l'incremento fenolico negli oli con trattamenti, rispetto al contenuto di fenoli del campione di controllo, non è risultato significativo. Non vi sono neanche differenze significative nelle concentrazioni di PFT di S-ME, S-MAc e S, a 1 e a 5 giorni dall'inizio del test (Tabella 6).

Per quanto riguarda la composizione acidica, i trat-

TABELLA 4.

Mediane e percentuali di variazione del campione di controllo (S) e dei trattamenti (S-ME y S-MAc)

Parametri	Giorni di test	S	% di variazione	S-ME	% di variazione	S-MAc	% di variazione
			S		S-ME		S-MA
<i>PFT</i>	0	58,17		60,35		63,79	
	1	55,40	-4,75	59,12	-2,03	51,68	-18,98
	5	45,62	-21,57	45,39	-24,79	49,11	-23,01
<i>IP</i>	0	14,47		12,49		12,00	
	1	27,92	92,95	27,45	119,78	26,94	124,50
	5	62,35	330,89	73,46	488,15	71,92	499,33
<i>K₂₃₂</i>	0	2,38		2,41		2,42	
	1	3,73	56,72	3,80	57,68	3,77	55,79
	5	6,33	165,97	8,64	258,51	7,88	225,62
<i>K₂₇₀</i>	0	0,23		0,24		0,24	
	1	0,23	0,00	0,22	-8,33	0,27	12,50
	5	0,39	69,57	0,53	130,43	0,52	116,67
<i>% AOL</i>	0	1,07		1,04		1,04	
	1	1,13	5,61	1,13	8,65	1,10	5,77
	5	1,18	10,28	1,18	13,46	1,18	13,46

tamenti S-ME e S-MAc non hanno evidenziato variazioni rispetto al profilo acidico dell'olio di controllo. Vale a dire che l'aggregato degli estratti fenolici non ha influito sulla composizione di acidi grassi del substrato lipidi-

co, conservando le sue proprietà in tal senso. (Tabella 5 e Grafico 10).

L'accelerato consumo dei polifenoli presenti negli oli con trattamento ci permette di supporre che l'incorpora-

zione degli estratti abbia contribuito a evitare l'ossidazione degli acidi grassi dell'olio; si è però osservato che gli estratti di legno aggiunti all'olio hanno evidenziato soltanto una protezione ossidante il giorno 0, in cui è stata registrata una riduzione significativa dei valori di IP nei trattamenti rispetto a S ($p<0,0044$) (tabella 6). Prima di essere sottoposti all'effetto della temperatura, i trattamenti hanno ridotto le percentuali di IP al 14,19% per S-ME, e al 16,27% per S-MAc (Tabella 4 e Grafico 11). Dopo 1 giorno dall'inizio del test, il livello di IP dei trattamenti è rimasto al di sotto del campione di controllo, seppure non in modo significativo (Tabella 6). Al giorno 5, i valori di IP dei trattamenti sono stati notevolmente superiori ($p<0,0255$) a quelli di S, mentre non sono state rilevate differenze significative tra i valori di questo parametro per S-ME e S-MAc (Tabella 6). Tale situazione evidenzia che la quantità di antiossidanti incorporati attraverso gli estratti non è risultata in grado di smorzare la violenta ossidazione scatenata dalla presenza di radicali liberi, la cui formazione è stata catalizzata dall'elevata temperatura imposta nel test. Inoltre, in condizioni forzate di ossidazione, gli estratti hanno agito come pro-ossidanti, elevando la concentrazione degli indicatori di ossidazione.

Grafico 9. Evoluzione di PFT dell'olio di controllo e dei trattamenti S-ME e S-MAc

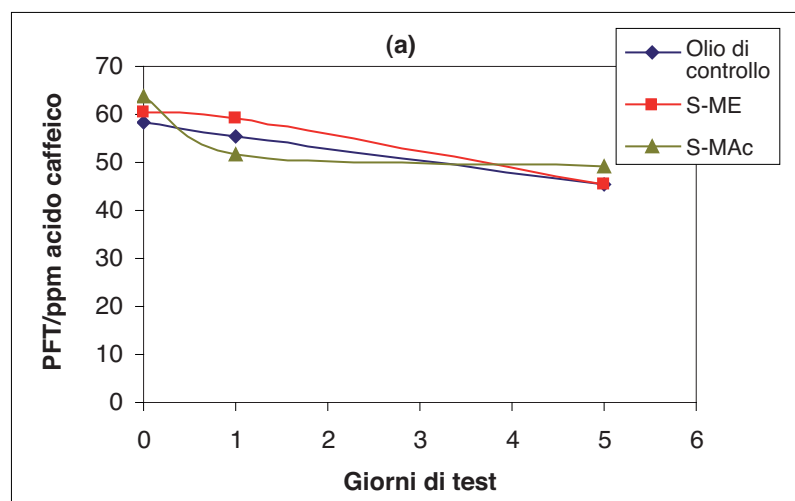


TABELLA 5.
Profilo acidico dell’olio (S) e dei trattamenti (S-ME e S-MAc)

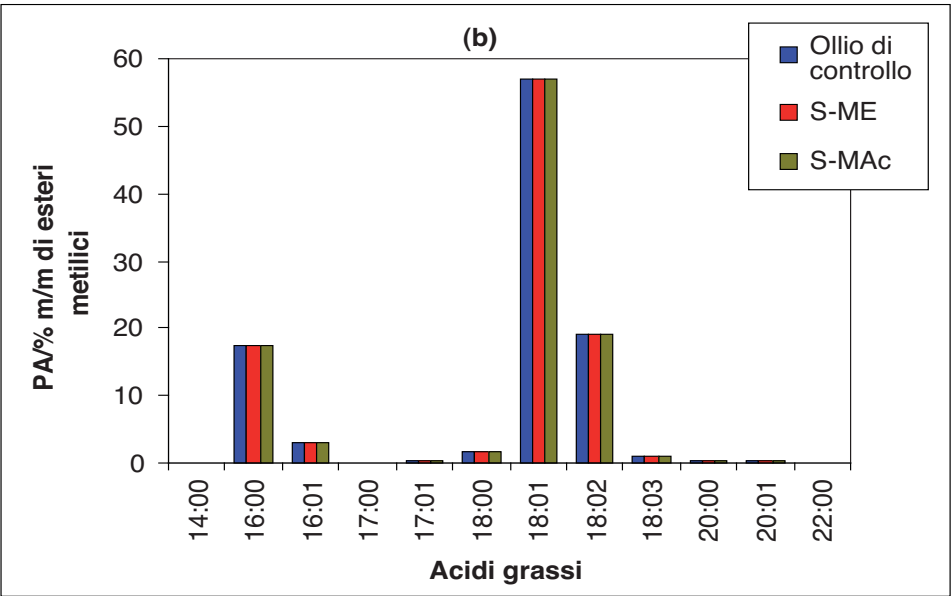
	S		S-ME		S-MAc	
Acidi grassi	Media	DE	Media	DE	Media	DE
14:0	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
16:0	17,33	0,01	17,34	0,02	17,32	0,00
16:1	3,10	0,00	3,12	0,01	3,10	0,00
17:0	0,09	0,00	0,09	0,00	0,09	0,00
17:1	0,21	0,00	0,21	0,01	0,20	0,01
18:0	1,53	0,01	1,54	0,02	1,52	0,00
18:1	57,12	0,00	57,12	0,02	57,10	0,01
18:2	19,07	0,01	19,05	0,01	19,07	0,01
18:3	0,94	0,00	0,94	0,01	0,94	0,00
20:0	0,40	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00
20:1	0,29	0,01	0,28	0,00	0,28	0,00
22:0	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00

TABELLA 6.
Mediane dei valori di PFT, IP, K_{232} , K_{270} e % AOL dei trattamenti S, S-ME e S-MAc

Giorni di test	Trattamenti	Mediane *				
		PFT	IP	K_{232}	K_{270}	% AOL
0	S	58,17 A	14,47 B	2,38 A	0,23 A	1,07 B
	S-ME	60,35 A	12,49 A	2,41 A	0,24 A	1,04 AB
	S-MAc	63,79 A	12,00 A	2,42 A	0,24 A	1,04 A
1	S	55,40 A	27,92 A	3,73 A	0,23 AB	1,13 A
	S-ME	59,12 A	27,45 A	3,80 A	0,22 A	1,13 A
	S-MAc	51,68 A	26,94 A	3,77 A	0,27 B	1,10 A
5	S	45,62 A	62,35 A	6,33 A	0,39 A	1,18 A
	S-ME	45,39 A	73,46 B	8,64 B	0,53 B	1,18 A
	S-MAc	49,11 A	71,92 B	7,88 AB	0,52 AB	1,18 A

* Lettere diverse indicano, per uno stesso parametro e giorno del test, differenze significative al 5%.

Grafico 10. Profilo acidico dell’olio di controllo e dei trattamenti S-ME e S-MAc



Tra i giorni 0 e 1 le curve di assorbimento dei K_{232} degli oli con e senza trattamento praticamente si sovrappongono nel grafico 12 e benché non si sia manifestato l’effetto protettore degli estratti, che invece si è registrato con l’IP per questi stessi giorni, le differenze tra i K_{232} di S, S-ME e S-MAc, non sono risultate significative (Tabella 6). Gli assorbimenti per il K_{270} evidenziano valori prossimi tra loro (Grafico 13) e l’analisi statistica ha rivelato (tabella 6) che non esistono differenze significative tra i valori registrati per questo stesso giorno. Questo evidenzia che non vi è stato apporto di prodotti di ossidazione primaria o secondaria con l’aggiunta di estratto al substrato. Dopo 1 giorno di riscaldamento, il K_{270} dell’olio di controllo non era statisticamente diverso da quello dei trattamenti. 5 giorni dopo l’inizio del test, il K_{270} di S era notevolmente inferiore ($p<0,0435$) a quello di S-ME (Tabella 6) e i trattamenti non hanno svolto alcuna protezione dai processi di ossidazione primaria e secondaria. Probabilmente il minor incremento di K_{232} e K_{270} in S, a confronto con i valori dei trattamenti, è dovuto al fatto che con gli estratti vengono incorporati composti che, sottoposti all’elevata temperatura del test, determinano prodotti di ossidazione primaria e secondaria che

Grafico 11. Evoluzione degli IP dell'olio di controllo e dei trattamenti S-ME e S-MAC

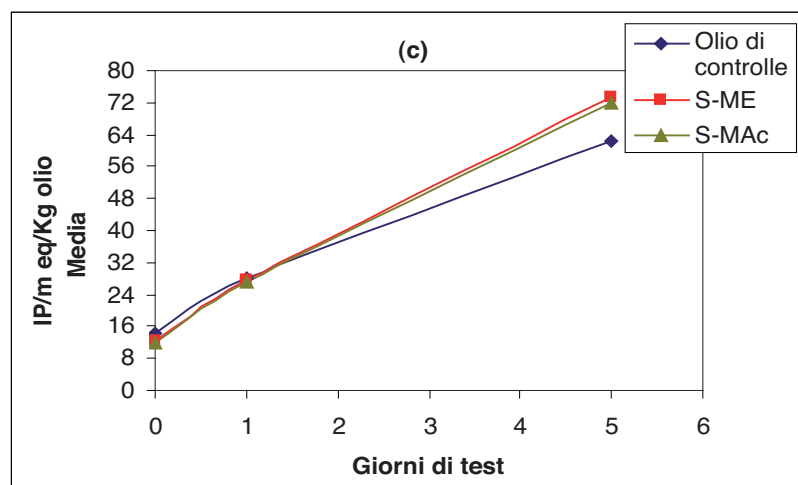


Grafico 12. d) Evoluzione dei K_{232} dell'olio di controllo e dei trattamenti S-ME e S-MAC

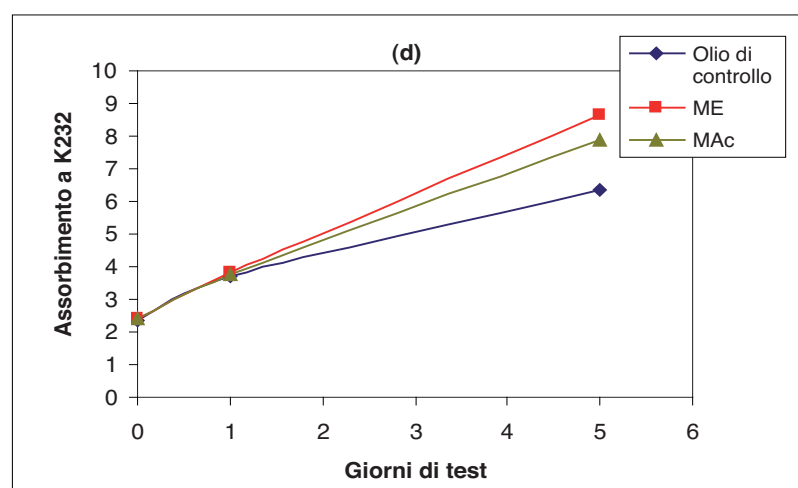
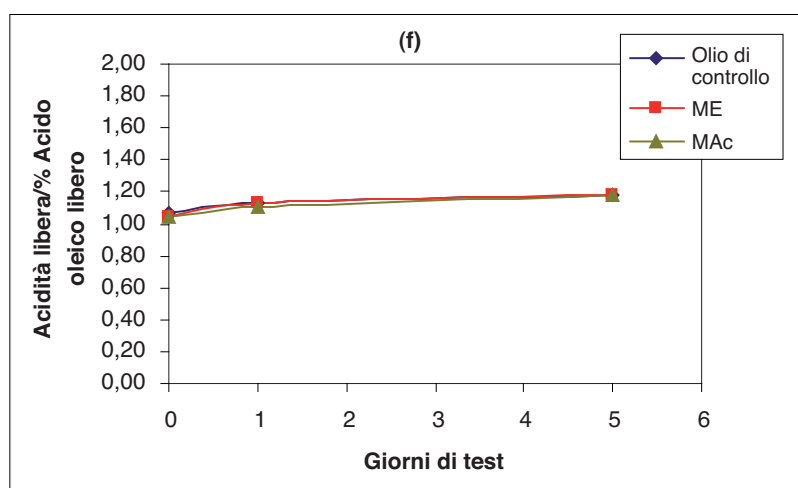


Grafico 13. Evoluzione dei K_{270} dell'olio di controllo e dei trattamenti S-ME e S-MAC



incrementano i corrispondenti indici.

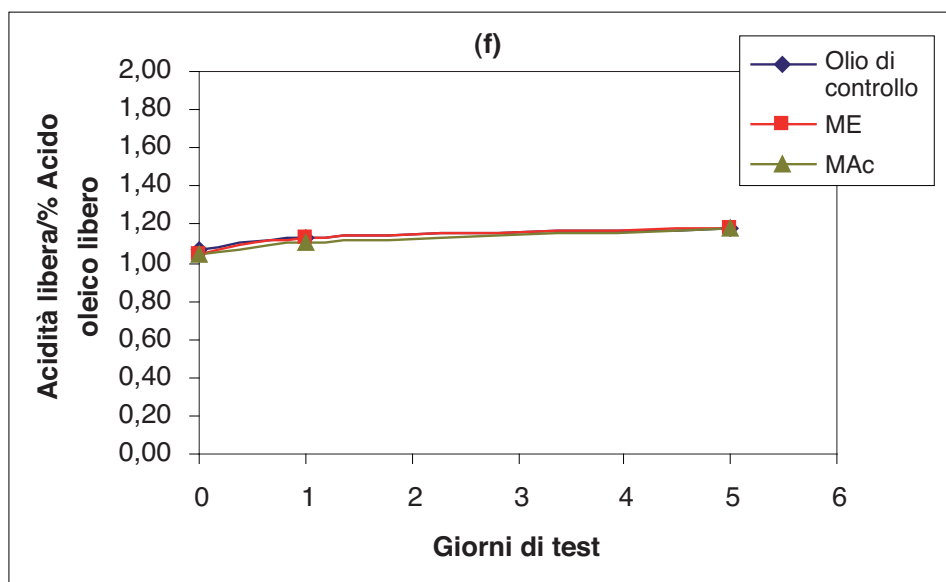
A livello statistico, la percentuale di acido oleico libero di S-ME non ha presentato una differenza significativa rispetto a quello di S-MAC né a quello dell'olio di controllo mentre la %AOL di S-MAC è risultata significativamente minore ($p < 0,0291$) di quella di S (tabella 6). A partire dal giorno 1 e fino al termine del test, i trattamenti hanno avuto un'evoluzione simile a S e non si sono riscontrate differenze significative (Tabelle 4, 6 e Grafico 14).

CONCLUSIONI

Gli estratti di legno d'olivo, in etanolo acquoso e acetato di etile, presentano un'elevata capacità di cattura di radicali liberi DPPH e, applicati a olio d'oliva vergine, esercitano, a temperatura ambiente, un lieve effetto protettivo; mancano però di attività antiossidante quando il substrato lipidico è sottoposto a condizioni forzate ed estreme di ossidazione, e manifestano anche un comportamento pro-ossidante. D'altra parte, con la loro applicazione non si modifica la percentuale di acido oleico libero e la composizione di acidi grassi dell'olio utilizzato come substrato.

Alla luce di quanto esposto in precedenza, possiamo

Grafico 14. Evoluzione delle % di AOL dell'olio di controllo e dei trattamenti S-ME e S-MAc



concludere che gli estratti etanolici e con acetato di etile di legno di potatura di olivo della varietà Arbequina, provenienti dalla Valle Centrale della Provincia di Catamarca - Argentina, costituiscono una materia prima molto valida per l'estrazione di polifenoli di origine naturale e, rispetto ad altre fonti alternative, presentano innegabili vantaggi, con buoni rendimenti polifenolici e importanti proprietà antiossidanti.

I risultati ottenuti nel presente studio apportano conoscenze sulla possibilità di considerare il legno di potatura dell'olivo proveniente dalla Valle Central di Catamarca, come un sottoprodotto dell'industria olivicola e materia prima per l'isolamento di estratti fenolici e composti puri con attività antiossidante, inve-

ce che come residui. Questa strategia di valorizzazione, oltre a contribuire alla prevenzione di problemi ambientali, permette di dare redditività a un materiale assolutamente non sfruttato, stabilendo in questo modo pratiche agricole sostenibili, con la possibilità di generare industrie competitive del settore, con i conseguenti benefici sociali che questo comporta. ■

BIBLIOGRAFIA

Altarejos J., Nogueras M., Sánchez A. (1997). VIII Simposium Científico-Técnico de Expoliva, Jaén.

Andrada C., Luna M., Gómez P. (2008). "La reconversión productiva de la olivicultura en Catamarca". La Alimentación Latinoamericana. N° 276. Pp. 54-60.

Brand-Williams W., Cuvelier M., Berset C. (1995). "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity". Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie/Food Science and Technology. Vol. 28. Pp 25-30.

Cáceres R., Novello R., Robert M. (2009). "Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales". S ISSN 1852-4605. N° 2. Pp 11-41.

De la Torre Carbot K. Efecto del consumo del aceite de oliva sobre la composición de las lipoproteínas de baja densidad en individuos de diferentes países europeos. Tesis de Doctorado. Universidad de Barcelona. 21-40, 2007.

Dwyer J. (1996). "Is there a need to change the American Diet?: Dietary phytochemicals in cancer prevention and treatment". Adv. Experiment. Med. Biol. N° 401. Pp. 192-193.

Gómez E., Salim Rosales C., Gómez P., Bravo M. (2008). "Métodos de extracción de polifenoles en hojas y residuos leñosos de Olivos". IV Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida. Ed. Universitaria de resúmenes- Línea científica. Catamarca. Argentina. Pp. 296.

Gómez P., Dalla Lasta M., Porcú E., Bravo M., Nieto S.,

- Kaen R. (2007) "Evaluación de la actividad antioxidante de extracto fenólico de alperujo". Aceites y Grasas N° 67. Tomo XVII. Vol.2. Buenos Aires. Argentina. Pp. 336-341.
- Gómez P., Dalla Lasta M., Bravo M., Rosales Salim C., Gómez E., Castillo D. (2008) "Efecto de extractos de alperujo de Arbequina y Coratina sobre la estabilidad de aceite de oliva virgen". IV Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida. Ed. Universitaria de resúmenes-Línea científica. Catamarca. Argentina. Pp. 171.
- Halls S. (2003). "In vinus vitali? Compounds activate life-extending genes". Science. N° 301. Pp.165.
- Harbone, J. (1994). "Introduction to Ecological Biochemistry". 4ta. Edición. Academic Press Ed., London. Pp. 384.
- Iñiguez Monterde, A; Sánchez Riquelme, L; Sierra Carrascosa, M. (1999). "Poda e Injertos del Olivo". Cuadernos de tecnología agraria. Serie agricultura. N° 2. Pp. 5-6.
- Matías, C.; Cáceres, R. (2012). "Olivo: el cultivo con mayor crecimiento". INTA Informa. Año XI N° 123. Marzo 2012. Disponible en: http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2012/02/Inta_Informa_123.pdf
- Matsuki M. (1996). "Aust" J. Bot. N° 44. Pp. 613-634.
- Mosquera O., Niño J., Correa Y., Buitrago Bejarano D. (2005). "Estandarización del método de captura de radicales libres para la evaluación de la actividad antioxidante de extractos vegetales". Scientia et Técnica. Año XI. N° 27. Pp. 231-234
- Murillo E., Lombo O., Tique M., Méndez J. (2007). "Potencial Antioxidante de Bauhinia Kalbreyeri Harms (FABACEAE)". Información Tecnológica N° 6. Vol 18. Pp 65-74.
- Oliveras López J. (2005). "Calidad del aceite de oliva virgen extra. Antioxidantes y función biológica". Tesis de Doctorado. Universidad de Granada. 25-56.
- Ozkaya M., Celik M. (1999). Acta Hort. N° 474. Pp. 477.
- Pallares J. H. (2012). "La crisis golpea al sector olivícola". LA NACION. 2012 - [lanacion.com](http://www.lanacion.com.ar/1442206-la-crisis-golpea-al-sector-olivicola). Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1442206-la-crisis-golpea-al-sector-olivicola>.
- Pelayo Villarejo E. (2006). "Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Económica para la industria de zumos. Aplicación práctica para el caso de zumos funcionales y nutracéuticos obtenidos de olivo, romero y alcachofa". Trabajo de doctorado. Pp 12-13 y 51-53.
- Pérez-Bonilla M., S. Salido, P. Linares, T. van Beek, J. Altarejos, M. Nogueras, A. Sánchez. La madera de olivo como nueva fuente de antioxidantes naturales. Foro de la tecnología oleícola y la calidad. Código TEC-26. 2003. Disponible en: <http://www.expoliva.com/expoliva2003/symposium/com.asp?anio=2003&codigo=TEC>.
- Reales N., Gómez P., Salim Rosales C., Bravo M., Gómez E. "Actividad antioxidante de extractos de hoja de olivo, cultivar Coratina, del Valle Central de Catamarca". Revista del CIZAS. Vol 11. N°1. Año 2010. Pp. 27-39.
- Romani A., Mulinacci N., Pinelli P., Cimato A. (1999). "Polyphenolic Content in Five Tuscany Cultivars of Olea Europaea L". J Agric. Food Chem. Vol. 47. Pp. 964-967.
- Rosales Castro M. y Gonzáles Laredo R. (2003). "Comparación del contenido de compuestos fenólicos en la corteza de ocho especies de pino". Maderas y Bosques. N° 2. Vol. 9. Pp. 41-49.
- Rugna A., Riccio R., Gurni A. y Wagner M. (2007).

“Efectos de la radiación solar sobre la producción de polifenoles en ejemplares femeninos de *Smilax Campestris* Griseb. –Smilacaceae-.” Comunicaciones breves. Lat. Am. J. Pharm. N° 3. Vol. 26. Pp. 420-423.

Searles P., Agüero Alcarás M., Rousseaux M. (2011). “El consumo del agua por el cultivo de olivo (*Olea europaea* L.) en el noroeste de Argentina: una comparación con la Cuenca Mediterránea”. Ecología Austral N° 21. Pp15-28.

Tsukamoto H., Hisada S., Nishibe S. (1985). Shoyakugaku Zasshi. N° 39. Pp. 90.

Venereo Gutiérrez J. (2002). “Daño Oxidativo, Radicales Libres Y Antioxidantes”. Rev. Cuban Medic. Militar. N° 2. Vol. 31. Pp. 126-133.

Venereo Gutiérrez J. (2002). “Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes.” Rev. Cubana Med. Milit. 2002; 31(2). Pp. 126-133.

von Gadow A., Joubert E., Hansmann C. (1997). “Comparison of the antioxidant activity of aspalathin with that of other plant phenols of rooibos tea (*Aspalathus linearis*), α -tocopherol, BHT and BHA”. J. Agric. Food Chem. N° 45. Vol. 3. Pp. 632-638.

Waterman P y S. Mole. Methods in ecology. (1994). “Analysis of phenolic plant metabolites”. Blackwell Scientific publications. Pp. 237.

Wood J., Senthilmohan S. y Peskin A. (2001). “Antioxidant activity of procyanidin-containing plant extracts at different pHs”. Food Chemistry N° 77. Pp. 155-161.

Ryan D., Robards K., Prenzler P., Antolovich M. (1999). “Applications of mass spectrometry to plant phenols. Trac-Trends in Analytical Chemistry”. Cap.18. Pp. 362-372.

L'influenza dei fattori tecnologici sulla qualità degli oli vergine di oliva*

M. Servili

Dipartimento di Scienze Economico-Estimate e degli Alimenti, Facoltà di Agraria, Università di Perugia,
Via San Costanzo, 06121 Perugia (Italia). servimau@unipg.it

In accordo con la vigente normativa europea (UE 61/2011) e del Consiglio Oleicolo Internazionale (IOC, 2010) la qualità merceologica dell'olio extra vergine di oliva (oevo) viene definita da parametri analitici che ne identificano il deterioramento del prodotto, come l'acidità libera e lo stato di ossidazione (numero di perossidi e costanti spettrofotometriche), mentre altri markers analitici, quali cere, steroli, alcoli alifatici e triterpenici, isomeri trans degli acidi grassi, composizione degli acidi grassi e dei trigliceridi e stigmastadieni vengono presi in considerazione per prevenire adulterazione dell'olio e possibili frodi.

In ambito comunitario l'attribuzione della categoria merceologica di appartenenza degli oli vergini di oliva prevede l'analisi sensoriale per verificare la presenza di difetti sensoriali (off-flavour), in quanto questi non sono ammessi negli oevi. Il Consiglio Oleicolo Internazionale (COI, 1987) ha definito con precisione quali sono i difetti sensoriali ed

inoltre ne ha anche standardizzato la procedura di determinazione in base ai valori assegnati attraverso il panel test (normativa UE 1989/03).

Tali parametri tuttavia non tengono in considerazione i markers analitici che certificano le proprietà salutistiche e sensoriali dell'oevo; sebbene queste proprietà rappresentino una frazione significativa della composizione esclusiva di questo prodotto, che lo rende unico rispetto a tutti gli altri oli vegetali comunemente consumati nel mondo. Tali markers sono, ad esempio, gli antiossidanti naturali, l'acido oleico (acido grasso monoinsaturato) e lo squalene. Inoltre, sulle attuali etichette di olio extra vergine di oliva i suddetti composti non vengono menzionati, pertanto i consumatori non sono informati circa le proprietà salutistiche del prodotto, attribuibili principalmente al suo elevato contenuto di acido oleico, squalene e antiossidanti naturali nonché di composti fenolici, tocoferoli e carotenoidi (López-Miranda *et al.*, 2010; Bach-Faig *et al.*, 2011; Cicerale *et al.*, 2011). Il caratteristico aroma dell'olio

extra vergine di oliva è il risultato di una complessa miscela di composti volatili quali aldeidi saturi e insaturi C₅ e C₆, alcoli ed esteri che sono responsabili di attributi caratteristici quali «erba verde», «fieno» e «fiori», oltre ai fenoli idrofili, che sono i composti d'impatto delle note di «amaro» e «pungente» (Angerola *et al.*, 2004; Servili *et al.*, 2004; 2009a). Oltre agli aspetti sensoriali i composti fenolici idrofili hanno un'importante attività antiossidante e rivestono un ruolo fondamentale nella prevenzione e/o riduzione di eventi cronico-degenerativi quali le malattie cardiovascolari e cerebrali (EFSA, NDA, 2011) e i tumori (Servili *et al.*, 2009b; Obied *et al.*, 2012).

Tradizionalmente l'importanza nutrizionale dell'oevo è sempre stata messa in relazione con il suo elevato contenuto di acidi grassi monoinsaturi (MUFA), in particolare di acido oleico. Negli ultimi dieci anni, tuttavia, è stato osservato un notevole intervallo di variabilità relativo al contenuto di acido oleico dell'oevo, che oscilla tra 55% - 83% del

* Il presente documento è un riassunto del documento presentato al Convegno internazionale su presente e futuro del settore olivicolo dell'area del Mediterraneo svoltosi a Saragozza, in Spagna, nel novembre 2012.

contenuto totale di acidi grassi. Questa forte variabilità è strettamente legata all'estensione della olivicoltura in diverse nuove aree dove gli oli prodotti mostrano un contenuto di acido oleico inferiore al 50%. Pertanto questo aspetto è in contrasto con il valore salutistico e nutrizionale dell'oevo (Terés *et al.*, 2008; López-Huertas, 2010). Una variazione del tutto analoga si può riscontrare sia per i tocoferoli sia per i fenoli idrofili nel prodotto (Servili, 2012a).

I polifenoli dell'oevo costituiscono un gruppo di metaboliti secondari delle piante non riscontrabili in altri oli e grassi. Si tratta della classe più importante di fenoli e comprende gli alcoli e gli acidi fenolici, i flavonoidi, i lignani e i secoiridoidi (Servili *et al.*, 2004; Obied *et al.*, 2008), questi ultimi si trovano esclusivamente nelle piante della famiglia delle *Oleaceae* (di cui l'oliva è l'unico frutto commestibile) e rappresentano la frazione fenolica di maggior interesse dal punto di vista delle attività biologiche. In particolare, tra i principali derivati dei secoiridoidi vanno annoverate le forme dialdeidiche dell'acido decarbossimetil-elenoico legate al 3,4-DHPEA (3,4-diidrossifeniletanolo) o al p-HPEA (p-idrossifeniletanolo) conosciute con le sigle 3,4-DHPEA-EDA e p-HPEA-EDA; inoltre, è presente un isomero dell'oleuropeina

aglicone (3,4-DHPEAEA) e uno del ligustriside (p-HPEA-EA). (De Marco *et al.*, 2007; Obied *et al.*, 2007; 2008; Servili *et al.*, 1999; 2004; 2009b).

La composizione qualitativa della frazione volatile e fenolica è strettamente legata a numerosi aspetti agronomici quali la varietà, lo stadio di maturazione del frutto, l'origine geografica e genetica delle olive, le pratiche agronomiche nonché le variabili tecnologiche applicate in fase di estrazione meccanica dell'olio come la frangitura, la gramolatura e la separazione propriamente detta (Angerosa *et al.*, 2004; Servili *et al.*, 2004; 2009a; Inglese *et al.*, 2011). Lo studio della composizione e distribuzione del corredo enzimatico endogeno del frutto, in particolare delle ossido-riduttasi ha permesso l'introduzione di sistemi di frangitura ad effetto differenziato su polpa e nocciolo. La polifenolossidasi (PPO), la perossidasi (POD) e la lipossigenasi (LOX), sono i principali enzimi endogeni responsabili dell'evoluzione delle sostanze fenoliche e volatili nel corso del processo di estrazione meccanica dell'olio.

Il controllo selettivo dell'attività delle PPO, delle POD e delle LOX endogene, operato mediante la gestione delle condizioni operative in fase di gramolatura (tempe-

rature e disponibilità di ossigeno) consente di ottimizzare la concentrazione finale dei fenoli idrofili e dei composti volatili nell'oevo. Il contenuto della frazione fenolica della pasta e dell'olio diminuisce per effetto dell'attività delle PPO e delle POD che catalizzano l'ossidazione fenolica, mentre le aldeidi sature e insature C₅ e C₆, gli alcoli e gli esteri responsabili delle note sensoriali «verdi» dell'oevo sono prodotti dalle LOX attraverso un processo a cascata (Angerosa *et al.*, 2004; Servili *et al.*, 2007a).

I fenoli e i composti volatili dell'olio di oliva extravergine sono notevolmente influenzati dal sistema di frangitura. Secondo Servili *et al.*, (1999), i fenoli si concentrano prevalentemente nella polpa e solo in quantità ridotte nel nocciolo e nel seme. E' possibile aumentare il contenuto di fenoli idrofili degli oevo mediante l'uso di un frangitore a effetto differenziato sulle diverse parti costitutive della drupa, come ad esempio un frangitore a lame, frangitore a dischi dentati, pre-frangitore o frantoio a molazze, che attenuando la degradazione dei tessuti del seme riducono il rilascio di POD nella pasta (Servili *et al.*, 2007a). Ciò è ulteriormente confermato dal fatto che la concentrazione fenolica degli oevo è superiore nel caso in cui le olive vengano denocciolate prima di proce-

dere all'estrazione meccanica dell'olio (Angerosa *et al.*, 1999; Lavelli e Bondesan, 2005; Mulinacci *et al.*, 2005; Amirante *et al.*, 2006; Servili *et al.*, 2007a). Il sistema di frangitura, inoltre, influisce notevolmente sulla concentrazione delle sostanze volatili dell'oevo. Ad esempio, l'impiego di un frangitore a martelli, che lacera la polpa in modo grossolano, comporta un aumento della temperatura della pasta e contemporaneamente una riduzione dell'attività dell'HPL (Servili *et al.*, 2002; Angerosa *et al.*, 2004).

Alcuni autori hanno evidenziato una relazione tra le variabili di gramolatura (tempo, temperatura e bassa concentrazione di ossigeno nello spazio di testa della gramola) e la concentrazione volatile e fenolica dell'oevo, monitorando la quantità di ossidoreduttasi endogene, quali PPO, POD e LOX. Durante la gramolatura, la diminuzione dei valori di O₂ (ricontrata nelle gramolatrici coperte) inibisce l'attività delle PPO e delle POD, aumentando la concentrazione dei fenoli idrofili sia nella pasta di oliva sia nel relativo olio ottenuto (Servili *et al.*, 2008a; 2008b; Taticchi *et al.*, 2013). Inoltre, la produzione naturale di CO₂ provocata dal metabolismo cellulare delle olive durante la gramolatura riduce l'ossidazione della pasta gramolata (Parenti *et al.*, 2006 a; 2006b; Ser-

vili *et al.*, 2008a). In studi recenti è stato valutato l'effetto della temperatura di gramolatura sul contenuto della frazione fenolica (Boselli *et al.*, 2009; Gómez-Rico *et al.*, 2009). È stato, infatti, osservato che il fenomeno di degradazione ossidativa a carico dei composti fenolici, operata dall'attività delle PPO e delle POD, viene inibito limitando la concentrazione dell'ossigeno nelle paste gramolate, mentre un aumento di temperatura migliora la solubilità fenolica dell'oevo (Taticchi *et al.*, 2013). Tali risultati dimostrano che temperature superiori a 30 °C disattivano parzialmente le PPO. D'altra parte, queste temperature possono aumentare l'attività degli enzimi depolimerizzanti che consentono il rilascio dei fenoli idrofili nell'olio e nell'acqua di vegetazione idrolizzando la parete cellulare delle olive (Vierhuis *et al.*, 2001; Servili *et al.*, 2008a; 2008b). È stato inoltre osservato che gli enzimi coinvolti nella via della lipossigenasi sono attivi durante la gramolatura. Per tale motivo, cultivar e temperatura di gramolatura condizionano il profilo volatile e, di conseguenza, le caratteristiche sensoriali degli oli extra vergine di oliva ottenuti (Angerosa *et al.*, 2004; Servili *et al.*, 2009a). In realtà, durante la gramolatura, temperature superiori a 35 °C comportano una diminuzione della quantità di composti volatili nell'oevo.

La temperatura di lavorazione sembra influire particolarmente sulla concentrazione delle aldeidi, che a temperature di 35 °C si riducono al minimo e presentano una concentrazione massima a 25 °C. Anche gli esteri mostrano un andamento simile, mentre la concentrazione di alcoli aumenta in relazione alla temperatura di gramolatura. Per questo motivo la temperatura di gramolatura deve essere fissata intorno ai 25 °C. Tuttavia, diversi studi realizzati anni fa su cultivar diverse hanno messo in evidenza che la diminuzione della produzione di aroma provocata dalla via della lipossigenasi (a causa di temperature elevate) dipende dalla cultivar. Questo aspetto apre un nuovo fronte di ricerca mirato ad ottimizzare le variabili di processo durante la gramolatura in modo da consentire una variabilità differenziata in funzione delle cultivar. Sono stati condotti studi preliminari su alcune cultivar italiane per stabilire le migliori condizioni operative di gramolatura in termini di temperatura e concentrazione di O₂. In base a tali studi, le migliori temperature di lavorazione si aggirano intorno a 20-33 °C mentre la concentrazione di ossigeno dovrebbe essere compresa tra 50 e 30 KPa (Servili *et al.*, 2012a).

La concentrazione della frazione fenolica nell'oevo è inoltre influenzata dal siste-

ma di estrazione utilizzato, quali la pressatura o la centrifugazione mediante una centrifuga orizzontale detto Decanter. Nei sistemi tradizionali di centrifugazione per ridurre la viscosità della pasta e migliorare la resa dell'olio veniva aggiunta una notevole quantità di acqua. Tuttavia, in questo modo si riduceva anche il contenuto dei composti fenolici dell'oevo, alterandone le proprietà sensoriali e nutrizionali. Negli ultimi venti anni, questo sistema è stato migliorato consentendo di ridurre la quantità di acqua aggiunta durante l'estrazione dell'olio. In base a questo aspetto, è possibile classificare i decanters in tre gruppi distinti: (a) decanters a tre fasi tradizionali caratterizzate dall'aggiunta di 0,5-1 m³ di acqua per tonnellata; (b) nuove decanters a tre fasi che comportano un'aggiunta massima di 0,2-1 m³ di acqua per tonnellata; (c) decanters a due fasi in grado di funzionare senza l'aggiunta di acqua e senza produrre acqua di vegetazione come sottoprodotto del processo di estrazione. Rispetto ai sistemi tradizionali, i nuovi sistemi di centrifugazione producono un olio con un maggiore contenuto di composti fenolici in quanto riducono la perdita nell'acqua di vegetazione dei fenoli idrofili. Di conseguenza, il monitoraggio della temperatura durante la fase di gramolatura e la riduzione della quantità di ac-

qua aggiunta prima della centrifugazione sono fattori fondamentali nella tecnologia di estrazione dell'olio che influiscono notevolmente sulla qualità dell'oevo.

STRATEGIE TECNOLOGICHE PER LA VALORIZZAZIONE DEI SOTTOPRODOTTI DELL'OLIO DI OLIVA VERGINE

Negli ultimi vent'anni, l'approccio all'estrazione dell'oevo si è modificato, orientandosi verso la valorizzazione dei sottoprodotti quali la sansa e le acque di vegetazione, entrambi considerati in passato prodotti di scarto da smaltire. Il nuovo approccio deve inoltre migliorare i sottoprodotti per aumentare la redditività del processo. In particolare, risulta importante il riutilizzo innovativo dei sottoprodotti dell'oevo in virtù dei fenoli idrofili in essi contenuti, la cui quantità dipende in larga misura dalle condizioni agronomiche e tecnologiche del sistema di trasformazione dell'oevo. In realtà, dopo la frangitura e la gramolatura, solo una piccola parte di fenoli viene rilasciata nell'oevo (tra l'1% e il 3% della concentrazione fenolica totale delle olive), mentre la quantità maggiore si ritrova nella sansa e nelle acque di vegetazione (Servili *et al.*, 1999; 2004; 2007a; 2007b; 2011a). Il sistema di estra-

zione più diffuso in Italia è il decanters a tre fasi, che comporta la diluizione della pasta gramolata con acqua e consente di produrre 50-90 l di acque di vegetazione ogni 100 kg di pasta di olive e 50-60 kg di sansa ogni 100 kg di pasta di olive. Il sistema a due fasi è attualmente molto diffuso in Spagna ed ha la caratteristica di ridurre fortemente il consumo di acqua durante il processo di estrazione con la produzione di una sansa semi-solidata pari a circa 70 kg/100 kg di olive lavorate.

L'olio residuo contenuto nella sansa viene recuperato tramite l'estrazione con solventi organici. Le opportunità innovative di valorizzazione della sansa riguardano l'impiego agronomico sia per la fertilizzazione in pieno campo sia per la realizzazione di substrati vivaistici, la produzione di energia e/o calore e l'utilizzo come integratore nell'alimentazione zootecnica (Pauselli *et al.*, 2007; Servili *et al.*, 2007a).

Per quanto concerne le acque di vegetazione (A.V.), è possibile recuperare le grandi quantità di fenoli bioattivi contenuti in questo sottoprodotto. Le A.V. sono caratterizzate da un'emulsione di acqua, olio, mucillagine e pectine e hanno un contenuto di sostanze organiche pari al 3-16%, di zuccheri pari all'1-8%, di composti azotati pari all'1,2-

2,4% e di composti fenolici pari allo 0,34-1,13% (Niaonakis e Halvadakis, 2004). I secoiridoidi, quali il 3,4-DHPEA-EDA e il verbascoside, rappresentano i composti fenolici più presenti nelle acque di vegetazione (Servili *et al.*, 2004). Il potenziale inquinante delle A.V., fortemente dipendente dal loro contenuto fenolico ed espresso come domanda biochimica di ossigeno (BOD_5), va da 35 a 110 g/l, mentre la domanda chimica di ossigeno (COD) va da 40 a 196 g/l (Niaonakis e Halvadakis, 2004). Il recupero di grandi quantità di fenoli contenuti nelle acque di vegetazione rappresenta pertanto un processo innovativo per la valorizzazione di un prodotto il cui smaltimento comporta una voce di costo per i produttori (Roig *et al.*, 2006). Molti sono stati gli approcci volti a ridurre il carico inquinante delle acque di vegetazione ed allo stesso tempo recuperare le sostanze fenoliche (Turano *et al.*, 2002; Kujawski *et al.*, 2004; Roig *et al.*, 2006; Agalias *et al.*, 2007; Paraskeva *et al.*, 2007; Russo, 2007; Khoufi *et al.*, 2008; Gortzi *et al.*, 2008) sebbene ci siano notevoli limiti alla applicabilità dei sistemi adottati su scala industriale data la complessità di tali processi che richiedono un pre-trattamento delle acque ed i costi di installazione degli impianti. Di recente è stato applicato su scala industriale un sistema di filtra-

zione a membrana per ottenere dalle acque di vegetazione un concentrato fenolico grezzo ottenuto previo trattamento enzimatico con enzimi depolimerizzanti delle stesse A.V. (Servili *et al.*, 2011a). L'applicazione di tale processo consente di ottenere una notevole riduzione del volume di acque di vegetazione compreso tra il 75% e l'80% (superiore al 95%) e del carico inquinante originario delle acque di vegetazione. In particolare, il concentrato fenolico che ne deriva ha un contenuto in sostanze bioattive quattro volte superiore a quella iniziale. Fra queste il 3,4-DHPEA-EDA ed il verbascoside sono quelli presenti in maggiori concentrazioni, ed il contenuto del primo è fortemente dipendente dai tempi di stoccaggio delle acque prima del loro trattamento dato il fenomeno di idrolisi a cui esso può andare incontro (Servili *et al.*, 2011a). ■

BIBLIOGRAFIA

Agalias A., Magiatis P., Skaltsounis A., Mikros E., Tsarbopoulos A., Gikas E., *et al.*, 2007. A new process for the management of olive oil mill waste water and recovery of natural antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, p. 2671-2676.

Amirante P., Clodoveo M., Dugo L., Leone G., Tamborrino A., 2006. Advance

technology in virgin olive oil production from traditional and de-stoned pastes: Influence of the introduction of a heat exchanger on oil quality. *Food Chemistry*, 98, p. 797-805.

Angerosa F., Servili M., Selvaggini R., Taticchi A., Esposto S., & Montedoro G. F., 2004. Volatile compounds in virgin olive oil: Occurrence and their relationship with the quality. *Journal of Chromatography A*, 1054, p. 17-31.

Angerosa F., Basti C., Vito R., Lanza B. 1999. Effect of fruit stone removal on the production of virgin olive oil volatile compounds. *Food Chemistry*, 67, p. 295-299.

Bach-Faig A., Berry EM., Lairon D., Reguant J., Trichopoulou A., Dernini S., ... & Serra-Majem L., 2011. Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. *Public Health Nutrition*. 14, p. 2274-2284.

Boselli E., Di Lecce G., Strabbioli R., Pieralisi G. & Frega N.G., 2009. Are virgin olive oils obtained below 27 °C better than those produced at higher temperatures? *LWT - Food Science and Technology*, 42, 3, p. 748-757.

Cicerale S., Lucas LJ, and Keast RSJ., 2011. Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil. *Current opinion in biotechnology*, 23, (2), p. 129-135.

De Marco E., Savarese M., Paduano A., Sacchi, R., 2007. Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill waste waters. *Food Chemistry*, 104, p. 858-867.

E.U., 2003 November 6, Regulation 1989/03 amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-pomace oil and on the relevant methods of analysis. Official Journal of the European Communities L. 295/57 13/11/2003.

E.U., 2011. Regulation No. 61/2011 of 24 January 2011 amending Regulation (EEC) No. 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. Official Journal of the European Union, L23, 1–14.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2011). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to polyphenols in olive and protection of LDL particles from oxidative damage (ID 1333, 1638, 1639, 1696, 2865) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA Journal*. 9, 4, 2033, p. 1-25.

Gómez-Rico A., Inarejos-García A. M., Salvador D.M., & Fregapane G., 2009. Effect of malaxation conditions on phenol and volatile

profiles in olive paste and the corresponding virgin olive oils (*Olea europaea* L. Cv. Cornicabra). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(9), p. 3587–3595.

Gortzi O., Lalas S., Chatzilazarou A., Katsoyannos E., Papaconstandinou S., Dourtoglou E., 2008. Recovery of natural antioxidants from olive mill wastewater using Genapol-X080. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85, p. 133–140.

Inglese P., Famiani F., Galvano F., Servili M., Esposto S., Urbani S., 2011. Factors affecting extra-virgin olive oil composition. In *Horticultural Reviews*, Jules Janik Ed., John Wiley & Sons Pubs., 38, p. 83-148.

International Olive Council, IOC;1987. Sensory analysis of olive oil – Method – Organoleptic assessment of virgin olive oil. COI/T.20/Doc. No. 3. Madrid, June 18th.

International Olive Council, IOC, 2010. Determination of the content of waxes, fatty acid methyl esters and fatty acid ethyl esters by capillary gas chromatography. COI/T. 20/NC No 28/Rev. 1, 1–17.

Khoufi S., Aloui F., Sayadi S., 2008. Extraction of antioxidants from olive mill wastewater and electro-coagulation of exhausted fraction to reduce its toxicity on

anaerobic digestion. *Journal of Hazardous Materials*, 151, p. 531–539.

Kujawski W., Warszawski A., Ratajczak W., Porębski T., Capała W., Ostrowska I., 2004. Removal of phenol from wastewater by different separation techniques. *Desalination*, 163, p. 287–296.

Lopez-Huertas E., 2010. Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. *Pharmacological Research*, 61, p. 200–207.

López-Miranda J., Pérez-Jiménez F., Ros E., et al., 2010. Olive oil and health: Summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaén and Córdoba (Spain) 2008. In *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 20, p. 284-294.

Lavelli V., and Bondesan L., 2005. Secoiridoids, tocopherols, and antioxidant activity of monovarietal extra virgin olive oils extracted from destoned fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 53, p. 1102-1107.

Mulinacci N., Giaccherini C., Innocenti M., Romani A., Vincieri F.F., Marotta F., Mattei A., 2005. Analysis of extra virgin olive oils from stoned olives. *J. Sci. Food Agric.* 85,p. 662- 670.

Niaounakis M., Halvadakis C.P., 2004. Olive-mill waste management. Literature review and patent survey. Atene: Typothito- George Dardanos.

Obied H.K., Bedgood Jr. D.R., Prenzler P.D., Robards K., 2007. Bioscreening of Australian olive mill waste extracts: Biophenol content, antioxidant, antimicrobial and molluscicidal activities. *Food and Chemical Toxicology*, 45, p. 1238–1248.

Obied H.K., Prenzler P.D., Omar S. H., Ismael R., Servili M., Esposto S., Taticchi A., Selvaggini R., and Urbani S. 2012. Pharmacology of Olive Biophenols., p. 195-223. In *Advances in molecular toxicology* Vol. 6. Eds. James C. Fishbein and Jacqueline M. Heilman.

Obied H.K., Prenzler P.D., Robards K., 2008. Potent antioxidant biophenols from olive mill waste. *Food Chemistry*, 111, p. 171–178.

Paraskeva C.A., Papadakis V.G., Kanellopoulou D.G., Koutsoukos P.G., Angelopoulos K.C., 2007. Membrane filtration of olive mill wastewater and exploitation of its fractions. *Water Environment Research*, 79, p. 421–429.

Parenti A., Spugnoli P., Masella P. and Calamai L., 2006a. Carbon dioxide emission from olive oil pastes during the transformation process: technological spin offs.

Eur. Food Res. Technol., 222, p.521-526.

Parenti A., Spugnoli P., Masella P., Calamai L., and Pantani, O.L., 2006b. Improving olive oil quality using CO₂ evolved from olive pastes during processing. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108, p. 904-912.

Pauselli M., Servili M., Esposto S., Gervasi G., Mourvaki E., Taticchi A., Urbani S., Selvaggini R., Concezzi L., and Montedoro GF., 2007. Effect of destoned olive cake as animal feed on ewe milk quality. Proc. of the International Conference New technologies for the treatment and valorization of agro by-products ISIRIM, Terni-Italy 3-5 October.

Roig A., Cayuela M.L., Sanchez-Monedero M.A., 2006. An overview on olive mill wastes and their valorization methods. *Waste Management*, 26, p. 960–969.

Russo C., 2007. A new process for the selective fractionation and total recovery of polyphenols, water and organic substances from vegetation waters (VW). *Journal of Membrane Science*, 288, p. 239–246.

Servili M., Baldioli M., Selvaggini R., Macchioni A. and Montedoro GF. 1999 Phenolic compounds of olive fruit: One- and Two-Dimensional Nuclear Magnetic Re-

sonance characterization of nüzhenide and its distribution in the constitutive parts of fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, p.12-18.

Servili M., 2012. Olive oil processing technologies and investments. Proc. of the International Seminar on Present and future of Mediterranean olive sector. Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza, Spain, 26-28 November 2012.

Servili M., Esposto S., Fabiani R., Urbani S., Taticchi A., Mariucci F., Selvaggini R., Montedoro GF., 2009b. Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and sensory activities according to their chemical structure. *Inflammopharmacology*, 17, p. 76-84.

Servili M., Esposto S., Taticchi A., Urbani S. Di Maio I., Sordini B., Selvaggini R., Montedoro GF., Angerosa F., 2009a. Volatile compounds of virgin olive oil: their importance in the sensory quality. In *Advances in Olive Resources*, Berti L. and Maury J. Eds., p. 45-77.

Servili M., Taticchi A., Esposto S., Urbani S., Selvaggini R. and Montedoro GF., 2007a. Effect of olive stoning on the volatile and phenolic composition of virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, p. 7028-7035.

Servili M., Selvaggini R., Baldioli M., Begliomini L., Taticchi A., Esposto S., Montedoro G.F., 2002. Effect of the time of exposure to the air contact of olive pastes during the mechanical extraction process on the volatile and phenolic compounds of virgin olive oil. In: *Innovation in virgin olive oil processing. La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, vol. LXXIX, 439–441.

Servili M., Pauselli M., Esposto S., Taticchi A., Urbani S., Selvaggini R., Montedoro G.F., and Concezzi L., 2007b. New approach to the use of stoned olive pomaces for animal feeding. Proc. of the International Conference New technologies for the treatment and valorization of agro by-products. ISRIM, Terni, Italy 3-5 October.

Servili M., Selvaggini R., Esposto S., Taticchi A., Montedoro G.F., Morozzi G., 2004. Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *Journal Chromatography A*, 1054, p.113-127.

Servili M., Taticchi A., Esposto S., Urbani S., Selvaggini R. and Montedoro G.F., 2008b. Innovations in

the extraction technology for the improvement of the virgin olive oil quality. Proc. 6th Euro Fed Lipid Congress., Athens, Greece 7-10 September. p. 138.

Servili M., Taticchi A., Esposto S., Urbani S., Selvaggini R., & Montedoro G.F., 2008a. Influence of the decrease in oxygen during malaxation of olive paste on the composition of volatiles and phenolic compounds in virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (21), p. 10048–10055.

Servili M., Taticchi A., Esposto S., Urbani S., Veneziani G., Fabiani R., Morozzi G. and Montedoro, G.F., 2007c. Recovery and chemical characterization of bioactive phenols from virgin olive oil vegetation waters. Proc. of the International Conference New technologies for the treatment and valorization of agro by-products, ISRIM, Terni, Italy 3-5 October.

Servili M., Esposto S., Veneziani G., Urbani S., Taticchi A., Di Maio I., Selvaggini R., Sordini B. and Montedoro G.F. 2011a. Improvement of bioactive phenol content in virgin olive oil with an olive-vegetation-water concentrate produced by

membrane treatment. *Food Chemistry*, 124, p. 1308–1315.

Taticchi A., Esposto S., Veneziani G., Urbani S., Selvaggini R., Servili M., 2013. The influence of the malaxation temperature on the activity of polyphenoloxidase and peroxidase and on the phenolic composition of virgin olive oil. *Food Chemistry*, 136, p. 975–983.

Terés S., Barceló -Coblijn G., Benet M., Álvarez R., Bressani R., Halver J. E. and Escriba P. V., 2008. Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. *PNAS*, 105 (37), p. 13811–13816.

Turano E., Curcio S., De Paola M., Calabrò V., Iorio G., 2002. An integrated centrifugation-ultrafiltration system in the treatment of olive mill wastewater. *Journal of Membrane Science*, 209, p. 519–531.

Vierhuis E., Servili M., Baldioli M., Schols H.A., Voragen A.G.J., Montedoro G.F., 2001. Effect of enzyme treatment during mechanical extraction of olive oil on phenolic compounds and polysaccharides. *J. Agr. Food Chem.* 49:1218-1223.

Sistemi di produzione in olivicoltura*

R. Fernández-Escobar¹, R. de la Rosa², L. León², J. A. Gómez³, L. Testi³, F. Orgaz³,
J. A. Gil-Ribes⁴, E. Quesada-Moraga⁵, A. Trapero¹ e M. Msallem⁶

¹ Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales, edificio C4, 14071, Córdoba (España).

² IFAPA Centro Alameda del Obispo. Avda. Menéndez Pidal s/n, 14004, Córdoba (España). ³ Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC. Apartado 4084, 14080, Córdoba (España). ⁴ Departamento de Ingeniería Rural, Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales, 14071, Córdoba (España). ⁵ Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas, Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales, edificio C4, 14071, Córdoba (España). ⁶ Institut de L'Olivier, Túnez (Túnez).

ABSTRACT

L'olivo è la principale coltura per la produzione di olio nell'area del Mediterraneo. Il fatto che le olive siano presenti da secoli in gran parte dei paesi produttori può essere fuorviante in termini di sostenibilità, resistenza, longevità e capacità di adattamento delle colture olivicole. Attualmente gli olivi vengono piantati in qualsiasi zona del pianeta compresa entro una latitudine di 30-45° in entrambi gli emisferi. L'olivicoltura rappresenta un agrosistema complesso con diversi sistemi di produzione, tecniche colturali e risorse genetiche. Osservando l'evoluzione del settore dell'olivicoltura, si nota come la cultura olivicola si sia espansa lentamente fino agli anni '50, per poi modificare i sistemi di impianto dal tipo tradizionale al tipo intensivo. A partire dagli anni '90 si è manifestata la tendenza a convertire gli oliveti tradizionali in piantagioni più intensive. Gli oliveti intensivi e ad alta

densità stanno proliferando nelle nuove aree di produzione e nei nuovi paesi produttori con l'obiettivo di abbreviare il periodo improduttivo e ridurre i costi. In diversi casi queste modifiche nei sistemi colturali sono state accompagnate da uno sfruttamento irrazionale e non sostenibile delle risorse naturali e dall'introduzione di nuove varietà. Il presente rapporto mira a fornire una panoramica dei diversi sistemi di olivicoltura e a illustrare il passaggio dai sistemi di produzione tradizionali a quelli più intensivi.

Parole chiave. Risorse genetiche – Oliveti intensivi – Olivicoltura sostenibile – Meccanizzazione – Controllo delle malattie e dei parassiti.

INTRODUZIONE

In tutto il mondo gli oliveti coprono una superficie di circa 10 milioni di ettari e sono diffusi in condizioni estremamente diverse tra

loro, dal deserto ai climi più umidi. Negli ultimi anni si è registrato un aumento nella produzione di olive in seguito allo sviluppo di oliveti moderni, all'intensificazione degli oliveti tradizionali e all'espansione dell'olivicoltura in nuove aree produttive. Data la longevità degli olivi, la maggior parte dei paesi produttori presentano un mosaico di tipi diversi di impianti.

Tradizionalmente l'olivo viene coltivato in condizioni estensive e asciutte, in oliveti caratterizzati da una densità massima di 150 piante/ha e da una meccanizzazione ridotta. La redditività di questo tipo di oliveti, situati nelle zone di produzione olivicola più antiche dove si coltivano cultivar locali, è generalmente scarsa. Si trovano prevalentemente in aree scoscese e marginali. Attualmente la maggior parte degli oliveti a livello mondiale è coltivata con questo sistema.

A partire dagli anni '70, lo sviluppo delle tecniche di

* Il presente documento è un riassunto del documento presentato al Convegno internazionale su presente e futuro del settore olivicolo dell'area del Mediterraneo svoltosi a Saragozza, in Spagna, nel novembre 2012.

irrigazione, gestione e raccolta ha introdotto cambiamenti nei nuovi sistemi olivicoli, portando all'intensificazione dell'olivicoltura con aumenti in termini di densità di piantagione fino a 450 piante/ha e una progettazione dei sesti d'impianto in base alla disponibilità di acqua, alle condizioni edafo-climatiche, al sistema di raccolta e alle cultivar. In questi oliveti di tipo intensivo si registra una forte tendenza alla raccolta meccanizzata. Gli olivi vengono fatti crescere a singolo fusto con la chioma a circa 1 m dal terreno. Le potature continue, dall'impianto fino alla formazione dell'albero di 5/6 anni, sono fondamentali per ottenere una chioma di forma ottimale. Il volume della chioma per ogni albero tende a essere inferiore nelle nuove piantagioni che presentano una densità maggiore.

Il processo di intensificazione è proseguito nei primi anni '90 con l'avvento degli oliveti a siepone ad alta densità, che si sono evoluti come sistema in grado di ridurre la manodopera neces-

saria per la raccolta. In questo sistema, che si basa su densità iniziali di circa 2.000 piante/ha e sesti d'impianto di circa 3,75 x 1,35 m, gli olivi vengono irrigati con sistema a goccia. Le piante vengono allevate con forma monoconica fin dall'impianto. Le macchine scavallatrici studiate per i vigneti sono state adattate e utilizzate nella raccolta delle olive. I vantaggi principali di questo sistema sono una minore necessità di manodopera per la raccolta e il rapido avvio della produzione commerciale, che parte dopo tre anni dall'impianto. Tuttavia, gli ingenti investimenti richiesti per questo sistema di impianto hanno determinato una riduzione della densità di piantagione a circa 1.200 piante/ha (con un sesto d'impianto di 4 x 2 m). Un altro inconveniente è rappresentato dall'eccessiva vigoria delle poche cultivar attualmente utilizzate con questo sistema, che non consente di prevedere la produttività dei sieponi a lungo termine (De la Rosa *et al.*, 2007). Per ridurre la manodopera nei sistemi intensivi

e a siepone e per mantenere il volume della chioma entro limiti accettabili, è stata introdotta la potatura meccanica. Una delle strategie per controllare la vigoria delle piante consiste nello sviluppo di nuove cultivar meno vigorose specifiche per questo sistema di allevamento o nell'impiego di portinnesti nanizzanti. Tuttavia la vigoria di ogni cultivar dipende in gran parte dall'ambiente, pertanto è necessario effettuare prove specifiche per verificare l'idoneità di una determinata cultivar in un certo ambiente. Questo vale in particolare per le aree al di fuori del bacino del Mediterraneo, dove le condizioni climatiche possono influire notevolmente sulla vigoria delle piante.

Nella Tabella 1 sono ripilogate le principali caratteristiche dei sistemi di produzione. Sebbene siano elencati i sistemi più diffusi al momento, ne esistono anche altri sviluppati in base alle più recenti soluzioni di raccolta. È il caso degli oliveti con densità di circa 500-700 piante/ha concepiti per

TABELLA 1.
Caratteristiche dei sistemi di allevamento degli olivi

Sistema di produzione	Superficie (%)	Produzione (%)	Densità (piante/ha)	Produttività (kg/ha)
Marginale	20	15	< 80	≤ 1000
Tradizionale	50	45	80-150	1500-3000
Intensivo	29	40	200-450	5000-7000 (irrigazione per 8000-12000)
Ad alta densità	1		1500-2500	8000-12000

la raccolta meccanica continua mediante scavallatrici (Ravetti e Robb, 2010). È possibile adattare altre cultivar a questo sistema, che è una via di mezzo tra un impianto intensivo e un oliveto a siepione.

L'attuale tendenza in molti paesi produttori di olive punta a convertire alcuni oliveti tradizionali in piantagioni di tipo intensivo. Questi tentativi devono essere pianificati nel dettaglio, tenendo conto di tutti gli aspetti edafoclimatici, economici e sociali prima di implementarli.

RISORSE GENETICHE

I primi coltivatori di olive selezionavano le piante con le caratteristiche migliori nei boschi di olivi selvatici, scegliendo ad esempio gli esemplari con i frutti più grandi, la percentuale più elevata di polpa e il maggior contenuto di olio. Con ogni probabilità questo processo si verificò simultaneamente in varie zone dell'area del Mediterraneo, dando vita a numerose cultivar locali la cui diffusione rimase limitata alla propria area di origine. Per diversi anni, gli oliveti tradizionali vennero impiantati con queste cultivar locali. Negli ultimi decenni, tuttavia, le tecniche di olivicoltura si sono evolute considerevolmente, portando alla nascita di nuovi oliveti

studiati per garantire una migliore resa e facilitare la raccolta meccanica.

In molti casi, le modifiche apportate ai sistemi di allevamento sono andate di pari passo con la sostituzione delle cultivar tradizionali con varietà fino ad allora sconosciute in queste aree. Spesso questi processi non sono stati preceduti da progetti sperimentali in grado di confermare l'idoneità delle varietà alle nuove aree, anche se diversi studi dimostrano che le caratteristiche agronomiche e qualitative di una cultivar di olivo possono variare a seconda dell'area di impianto. La mancanza di sperimentazioni preliminari ha portato in alcuni casi al fallimento commerciale dei nuovi impianti.

Gli impianti a siepione ad alta intensità rappresentano un buon esempio dei notevoli cambiamenti apportati negli oliveti negli ultimi anni. Non esistono tuttavia cultivar specifiche a bassa vigoria o portinnesti nanizzanti adattati a questo sistema. A causa della mancanza di cultivar specifiche idonee per questo sistema, sono state impiegate principalmente cultivar con una precoce entrata in produzione, quali «Arbequina», «Arbosana» o «Koroneiki» (De la Rosa *et al.*, 2007), sebbene non si tratti esattamente di cultivar a bassa vigoria. Questo potrebbe risultare problemati-

co, soprattutto in condizioni di produzione particolarmente favorevoli, e ha portato allo sviluppo di programmi di miglioramento genetico volti a ottenere nuove cultivar, ampliando così l'offerta di cultivar disponibili e idonee per i moderni sistemi di olivicoltura.

Negli ultimi anni, sono stati avviati programmi di miglioramento genetico in diversi paesi, ma solo in pochi casi il processo è stato portato a termine. Recentemente sono state introdotte nuove cultivar come risultato di questi programmi, tra le quali le varietà «Barnea» (Lavee *et al.*, 1986), «Fs17» (Fontanazza *et al.*, 1998) e «Chiquitita»/«Sikitita» (Rallo *et al.*, 2008) hanno riscosso un discreto successo commerciale sia nei paesi di origine sia all'estero.

Gli strumenti genomici recentemente sviluppati possono aiutare a migliorare vari aspetti dell'olivicoltura. Attualmente, l'impiego più pratico della genomica riguarda l'autenticazione delle piante di vivaio. Poiché impiantare un nuovo oliveto è estremamente costoso e gli errori nella scelta della cultivar utilizzata si manifestano solo a distanza di 3-4 anni dall'impianto, l'autenticazione varietale è altamente raccomandabile, in particolare se si opta per cultivar straniere o poco conosciute. Inoltre, esistono

test molecolari e sierologici per verificare se le piante madri siano affette da funghi patogeni, batteri o virus. Tuttavia, in gran parte dei paesi produttori di olive non è stata registrata una grande richiesta di piante certificate. Per scoprire la base genetica delle principali caratteristiche agronomiche delle olive (quali contenuto di olio, qualità dell'olio e resistenza ai fattori biotici e abiotici), vengono ora utilizzati anche i marcatori molecolari e gli studi dei geni espressi. In futuro questi studi saranno di grande aiuto per accelerare i programmi di miglioramento genetico facilitando il processo di selezione.

GESTIONE SOSTENIBILE DEGLI OLIVETI

Gestione e degradazione del suolo

La degradazione del suolo è una delle maggiori minacce per la sostenibilità dell'olivicoltura. La perdita di suolo in aree caratterizzate da terreni poco profondi provoca danni quali la riduzione della ritenzione idrica del suolo, fondamentale per la sopravvivenza e la produttività degli olivi non irrigati. In alcune aree di produzione, il principale problema registrato è la diminuzione della qualità dell'acqua presente nei corsi d'acqua, causata

dall'eccesso di sedimenti e prodotti agrochimici.

Per secoli, la gestione del suolo in olivicoltura ha mirato a garantire la produttività e la sopravvivenza delle piantagioni in condizioni di ridotte precipitazioni attraverso una combinazione di bassa densità di impianto, limitazione delle dimensioni della chioma tramite potatura ed eliminazione della vegetazione avventizia per ridurre la competizione per l'acqua contenuta nel suolo. Le tradizionali colture estensive hanno dato vita a un sistema in cui il suolo risultava coperto dalla vegetazione durante parte dell'anno. Si trattava di un sistema affidabile per limitare l'erosione del suolo, in particolar modo se applicato in un paesaggio costituito da un mosaico di oliveti alternati ad aree di vegetazione naturale o strutture di ritenzione. Anche i sistemi tradizionali, basati sull'impiego integrato di oliveti a bassa densità abbinati a seminativi e pascoli, presentavano una simile situazione. Tuttavia il tasso di erosione è aumentato, diventando insostenibile nei casi di oliveti coltivati sistematicamente su terreni in pendenza e in paesaggi coltivati esclusivamente con olivi.

La possibilità di lavorare il terreno tutto l'anno con l'avvento della meccanizzazione e la disponibilità dei diserbanti hanno portato al-

l'eliminazione completa della vegetazione avventizia. I rilevamenti effettuati su bacini di piccole dimensioni indicano inoltre perdite elevate in termini di qualità delle acque di superficie. La proiezione delle analisi regionali su aree con condizioni e modalità di gestione del suolo simili indica che si tratta di un problema diffuso nel bacino del Mediterraneo, dove tuttora si concentra gran parte dell'olivicoltura (Gomez *et al.*, 2008).

Negli ultimi decenni il controllo dell'erosione negli oliveti ha puntato soprattutto a sviluppare ed espandere l'impiego di coperture vegetali tra le piante di olivo per evitare l'erosione e migliorare le caratteristiche del suolo. Questo tipo di copertura viene controllato tramite falciatura oppure con l'applicazione di diserbanti verso la fine dell'inverno o in primavera per evitare la competizione idrica con le piante di olivo. Tuttavia nelle aziende commerciali i risultati ottenuti non sono ancora costanti. Rimane una notevole incertezza circa l'effetto della competizione, specialmente in anni caratterizzati da precipitazioni ridotte, in oliveti impiantati con diverse densità o in condizioni climatiche variabili caratterizzate da elevate temperature e scarse precipitazioni (Gucci e Caruso, 2011). L'espansione dell'irrigazione degli olivi rappresenta un cambiamento

importante che influenzerà l'impiego delle coperture vegetali nelle aree produttive, garantendo un margine di sicurezza nell'implementazione della gestione del suolo senza limitare significativamente la resa olivicola, anche se si tratta di un fronte ancora da esplorare. Sono stati inoltre dimostrati i vantaggi della pacciamatura effettuata con i residui della potatura: gli effetti sono simili a quelli delle coperture vegetali ma non sussistono rischi in termini di competizione idrica, anche se i residui di potatura necessari per prevenire l'erosione non sono sempre disponibili negli oliveti meno produttivi.

Anche la semplificazione del paesaggio, frutto dell'ampliamento e dell'intensificazione degli oliveti, ha causato gravi fenomeni di erosione a canali. Questo problema comporta serie conseguenze per la sostenibilità dell'olivicoltura. Le tecniche basate sull'aumento delle coperture vegetali danno scarsi risultati in termini di prevenzione dell'erosione a canali, in quanto sono molto più efficaci per ridurre le perdite di terreno che per limitare il ruscellamento (Gómez *et al.*, 2011).

Irrigazione e sostenibilità

L'irrigazione rappresenta una pratica relativamente recente nell'olivicoltura. Non-

ostante in alcune regioni molto aride venisse tradizionalmente impiegata, come procedura ausiliaria, una qualche forma di irrigazione per gli oliveti, la maggior parte delle risorse idriche venivano destinate ad altre colture meno resistenti alla siccità. L'avvento dell'irrigazione a goccia negli anni '60 ha aperto la strada a tecniche semplificate di irrigazione per gli oliveti in aree in pendenza. La maggior parte delle nuove piantagioni è irrigata, poiché la resa delle piante è fortemente legata a quantità, anche minime, di acqua di irrigazione. Una funzione che mette in relazione evotraspirazione e resa indica un aumento di 5 kg/ha di olio di oliva per ogni mm di acqua evotraspirata durante la stagione (Moriani *et al.*, 2003). Non si tratta di un rapporto lineare e significa che la produttività marginale dell'acqua (ovvero l'incremento della resa per ogni unità incrementale di acqua utilizzata dalle colture) è maggiore in condizioni di scarso utilizzo di acqua e minore man mano che si va verso il fabbisogno totale di acqua della pianta. Gli olivi vengono solitamente coltivati in ambienti aridi e semiaridi, dove l'acqua di irrigazione fornita ai coltivatori rappresenta il principale fattore limitante per la produzione. In queste circostanze, ovviamente i coltivatori tendono a dare alle piante meno acqua di quella che sa-

rebbe necessaria per garantire una produzione piena e a distribuirla sulla superficie massima cercando di evitare lo stress idrico nei periodi in cui le colture sono più sensibili (ad esempio, durante la fioritura e lo sviluppo dell'olio). Questa strategia è denominata «stress idrico controllato» o RDI (Regulated Deficit Irrigation, irrigazione deficitaria controllata). Una richiesta idrica eccessiva è il principale rischio associato all'irrigazione degli olivi nelle aree produttive che si trovano in zone già a rischio di desertificazione. Per questo motivo è necessario definire nel modo più preciso possibile i fabbisogni idrici delle aree produttive. Passare da un oliveto non irrigato a uno irrigato comporta un'intensificazione del sistema colturale. L'unico modo per ottenere un rendimento massimo è investire nelle risorse idriche destinando l'irrigazione agli ambienti più produttivi in grado di sopportare una coltura ad alta densità, intensiva e produttiva.

Molti oliveti sono irrigati con la tecnica dello stress idrico e si trovano generalmente in zone semiaride, pertanto uno dei rischi ambientali più frequenti è la salinizzazione del terreno. L'impiego di acqua salina nell'irrigazione degli olivi non è necessariamente dannoso per l'ambiente, ma è opportuno monitorare con

attenzione le modifiche del suolo ai fini della sostenibilità. Gli effetti della salinità sulla resa dipendono dalla concentrazione ma, nonostante la tolleranza sia una caratteristica specifica di ogni cultivar, la maggior parte delle varietà coltivate in condizioni semiaride può crescere bene senza evidenti riduzioni in termini di resa con un valore di E_{Ce} compreso tra 3 e 6 dS/m. Gli olivi sono meno sensibili ai livelli di Cl⁻ nelle foglie rispetto ai valori di Na⁺, e il livello di Ca²⁺ è fondamentale per i meccanismi di esclusione e ritenzione di Na⁺. Secondo Melgar *et al.* (2009) è possibile utilizzare un'acqua di irrigazione altamente salina per molto tempo senza inficiare la crescita e la resa degli olivi attraverso una gestione corretta che comporta l'aggiunta di Ca²⁺ all'acqua di irrigazione per evitare gli effetti tossici dell'Na⁺, l'uso di irrigazione a goccia fino al riposo invernale e l'impiego di cultivar tolleranti.

Concimazione, qualità produttiva e ambiente

La concimazione è una pratica comune in olivicoltura, in quanto mira a soddisfare i fabbisogni nutrizionali delle piante nei casi in cui i nutrienti necessari per la crescita non siano forniti in quantità sufficienti dal suolo. Il programma di concimazione

può variare a seconda dell'oliveto e a seconda degli anni per uno stesso oliveto. Tuttavia, uno studio condotto nell'area del Mediterraneo (Fernández-Escobar, 2008) ha dimostrato che nel 77% dei casi il programma di concimazione veniva ripetuto ogni anno e, in genere, comportava l'applicazione di svariati elementi minerali, anche se in molti casi lo stato nutrizionale dell'oliveto non era noto. Questo approccio porta ad applicare più sostanze minerali di quante siano necessarie e, allo stesso tempo, può causare carenze di minerali nel caso in cui un elemento specifico non venga fornito in quantità sufficienti. L'applicazione eccessiva di concimi inutili aumenta i costi di produzione, contribuisce a un inutile inquinamento del suolo e dell'acqua e può avere effetti negativi sulla qualità della pianta e del prodotto finale.

Prevedere la quantità di concimi necessari ogni anno per garantire una produttività ottimale non è facile. Da un punto di vista razionale, un nutriente va fornito solo quando si ha una prova della sua carenza. A tale scopo, l'analisi fogliare riesce a fornire un'indicazione dello stato nutrizionale della pianta e rappresenta uno strumento importante per stabilire il fabbisogno in termini di concimazione (Fernández-Escobar, 2007).

Le piante perenni come l'olivo sono dotate di organi preposti all'immagazzinaggio delle sostanze nutrienti, che possono così essere facilmente riutilizzate. È per questo motivo che le loro esigenze di nutrienti sono inferiori rispetto a quelle delle piante annuali. La carenza di *potassio* rappresenta il principale disturbo nutrizionale negli olivi non irrigati ed è causata dalla scarsa umidità del suolo che limita la diffusione degli ioni di potassio nella soluzione del suolo, impedendone l'assorbimento da parte delle radici. La situazione peggiora in caso di rese elevate, perché si tratta dell'elemento maggiormente eliminato durante la fase produttiva, per circa 4,5 g di K/kg di olive. Negli oliveti non irrigati sono stati ottenuti risultati incoraggianti con due/quattro applicazioni dell'1%-2% di potassio, anche se solitamente è necessario ripetere le applicazioni nelle stagioni successive finché il valore di K raggiunge un livello adeguato nelle foglie. Nei suoli calcarei, oltre alla carenza di potassio, si può registrare un deficit di ferro. Le piante che soffrono di questa carenza, definita *clorosi ferrica*, presentano una serie di sintomi caratteristici, quali foglie gialle, ridotta crescita dei germogli e bassa resa. Risolvere un problema di clorosi ferrica è complicato e costoso: la miglior soluzione per gli oliveti di nuovo impianto

consiste nello scegliere una varietà in grado di tollerare questa anomalia, mentre negli oliveti già avviati si opta per applicare chelati di ferro al terreno o per iniettare soluzioni a base di ferro nel fusto delle piante. Nei suoli acidi sono frequenti le carenze di *calcio*. In queste situazioni è necessario ricorrere all'impiego di pietre calcaree, in quantità variabili a seconda della tessitura e del pH del suolo. Infine abbiamo l'*azoto*, il minerale di cui le piante hanno maggiormente bisogno e che, per questo motivo, è normalmente utilizzato nei programmi di concimazione delle colture orticole. Alcuni studi a lungo termine hanno però dimostrato che non è necessario ricorrere all'uso annuale di concimi a base di azoto per mantenere livelli di produttività e di crescita elevati. Al contrario, è stato dimostrato che questa prassi ha effetti negativi sulla pianta, sulla qualità del prodotto e sull'ambiente (Fernández-Escobar 2011). Secondo tali studi, la miglior strategia per ottimizzare la concimazione dell'azoto e di altre sostanze nutrienti negli oliveti consiste nel concimare esclusivamente quando l'analisi fogliare della stagione precedente ha rivelato un abbassamento della concentrazione di azoto oltre la soglia minima.

CONTROLLO DELLE MALATTIE E DEI PARASSITI DELL'OLIVO

L'olivo è una specie legnosa con un agroecosistema complesso che presenta un buon bilanciamento di vari organismi a diversi livelli trofici. Alcuni di questi organismi sono fitofagi o patogeni dell'olivo, altri sono predatori entomofagi e parassitoidi, vale a dire antagonisti dei patogeni, e alcuni sono addirittura specie che cercano riparo. Gli organismi fitofagi o patogeni che crescono e/o si sviluppano sull'olivo possono determinare in gran parte se l'olivicoltura sia fattibile da un punto di vista economico in determinate situazioni.

La maggior parte delle migliaia di pubblicazioni riguardanti gli insetti che infestano gli olivi tratta meno di una dozzina di specie, che sono i principali parassiti. Tra questi troviamo le avversità più diffuse quali la mosca dell'olivo (*Bactrocera oleae*), la tignola dell'olivo (*Prays oleae*) la cocciniglia mezzo grano di pepe (*Saissetia oleae*) e alcuni parassiti secondari, anche se occasionalmente gravi, quali la cocciniglia bianca del limone (*Aspidiotus nerii*), due scolitidi dell'olivo, *Hylesinus oleiperda* e *Phloeotribus scarabaeoides*, e la piralide dell'olivo (*Euzophera pin-guis*).

Esistono più di 100 patogeni dell'olivo, anche se solo pochi di essi provocano ingenti perdite economiche negli oliveti. Un gruppo importante comprende le malattie fungine di foglie e frutti, tra cui le principali sono l'occhio di pavone causato da *Fusicladium oleagineum*, l'antracnosi provocata da *Colletotrichum spp.* e la cercosporiosi provocata da *Pseudocercospora cladosporioides*. Queste tre malattie, che provocano una notevole defogliazione e debilitazione degli olivi, riducendo la produttività della pianta e la qualità dell'olio, sono il motivo per cui negli oliveti si procede a regolari trattamenti fungicidi. Un'altra importante malattia è rappresentata dalla verticillosi, provocata da un fungo vascolare, il *Verticillium dahliae*. Fino a 30 anni fa questa malattia era sconosciuta, ma attualmente è considerata l'avversità più grave e la sfida maggiore per l'olivicoltura in alcune aree del Mediterraneo. Tra le altre malattie con un impatto moderato sugli oliveti dell'area del Mediterraneo vi sono la tubercolosi (o rogna), causata dal batterio *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* e associata a ferite alle foglie e ai rami, e il marciume radicale e del colletto provocato da diverse specie degli omiceti del genere *Phytophthora*, diffuso prevalentemente in suoli con ristagno d'acqua (Trapero e

Blanco, 2010). Ovviamente tali malattie e parassiti dell'olivo limitano la produzione oleicola, riducendo la resa e aumentando i costi di produzione. Si stima che circa il 30% delle olive prodotte vada perso ogni anno per colpa di parassiti e malattie, con un costo superiore a 200 milioni di euro.

La biodiversità è tendenzialmente alta negli oliveti tradizionali proprio in virtù della loro diversità strutturali che comporta una varietà di habitat. Gli alberi più vecchi sopportano una grande varietà e un'alta densità di insetti e microrganismi che, insieme ai frutti, forniscono un'abbondante risorsa di cibo. L'uso ridotto di pesticidi consente lo sviluppo di una ricca flora e fauna di insetti, che a loro volta rappresentano una valida fonte di cibo per numerose specie di uccelli. Per contro, l'impiego intensivo di tecniche per l'aumento della produzione ha un effetto molto dannoso sulla flora erbacea e sulle popolazioni di microrganismi e insetti, riducendo la diversità e la quantità di specie vegetali e animali.

Quando si impiantano gli olivi, è fondamentale utilizzare **materiale certificato**, in particolare per evitare problemi futuri di cocciniglie, cocciniglie farinose e altri insetti che mordono o succhiano la pianta. L'impiego di materiale certifica-

to è fondamentale anche per la salute della pianta, in particolare per quanto riguarda gli agenti responsabili di infezioni sistemiche (*V. dahliae*, virus e fitoplasmi) e gli organismi che restano associati al materiale di impianto senza poter essere facilmente individuati, ad esempio il *P. savastanoi* allo stadio epifitico, infezioni latenti di *F. oleagineum* e infezioni causate da funghi o nematodi alle radici. Non è così raro che i sintomi di alcune di queste malattie compaiano mesi o anni dopo l'impianto.

Sono noti gli effetti diretti della **concimazione** sulla presenza di insetti. Un eccessivo impiego di azoto comporta lo sviluppo di molti nuovi germogli, che rappresentano il punto di insediamento ideale per un'elevata percentuale di *S. oleae* allo stato ninfa. Ciononostante, una nutrizione minerale bilanciata, oltre a migliorare lo stato nutrizionale degli olivi, ne rafforza anche i meccanismi di difesa, contribuendo a evitare lo sviluppo di insetti erbivori che infestano solitamente le piante più debilitate, come l'*E. pinguis* o l'*H. oleiperda*. Allo stesso modo, un eccesso di azoto e un deficit di potassio aumentano la predisposizione dell'olivo a malattie patogene fogliari di origine fungina (soprattutto l'occhio di pavone) e alla verticillosi.

L'**irrigazione** può influenzare sia lo stato vegetativo dell'olivo sia il microclima del suolo, contribuendo nel primo caso allo sviluppo di acari, cocciniglie e mosche dell'olivo e aumentando nel secondo l'incidenza dell'*O. cribricollis* e di vermi bianchi. L'irrigazione aumenta inoltre l'attività degli agenti patogeni radicali (*V. dahliae*, *Phytophthora* spp., ecc.) e l'acqua utilizzata può contribuire alla dispersione di tali organismi. Entrambe queste ipotesi sono state confermate nel caso della verticillosi, che pertanto colpisce in modo particolare gli oliveti irrigati.

È stato dimostrato che i sistemi di **gestione del suolo** non condizionano solo la presenza di popolazioni di fitofagi e patogeni del terreno ma anche di predatori, parassitoidi e antagonisti. Le informazioni disponibili sono poche, anche se è stato documentato che alcune colture vegetali crucifere riescono a ridurre l'inoculo di *V. dahlia* nel terreno. Alcune coperture vegetali si sono dimostrate causa di un aumento di infezioni fogliari da parte di *F. oleagineum*, dovuto al maggiore tasso di umidità nelle parti inferiori della chioma della pianta. In generale, le tecniche di olivicoltura tradizionali hanno rivelato un influsso negativo sulla presenza di ragni nella chioma e, in misura minore,

sulla loro diversità. Al contrario, le coperture vegetali agevolano le popolazioni di ragni, anche se questo effetto è più evidente in caso di colture naturali anziché di coperture impiantate. In generale, lavorare il terreno può contribuire a eliminare i parassiti terricoli a diversi stadi e a ridurre gli inoculi patogeni che resistono sulle foglie cadute, ma questa pratica comporta anche la distruzione dei nidi di nemici naturali, limitandone gli effetti benefici, e favorisce la dispersione dell'inoculo di alcuni patogeni terricoli, quali il *V. dahliae*.

La **potatura** ha effetti notevoli sull'incidenza e il controllo di parassiti e malattie. Modificando il microclima della chioma e riducendo l'inoculo con la rimozione delle parti di pianta infestate, questa pratica agisce direttamente sugli insetti fitofagi e sui patogeni aerei. Migliorare l'aerazione della pianta attraverso la potatura aiuta a ridurre la presenza di insetti quali *S. oleae*, *P. oleae*, *L. ulmi* e di patogeni aerei quali *F. oleagineum*, *Colletotrichum*, *P. cladosporioides* e *P. savastanoi*. D'altro canto, però, una potatura troppo radicale può causare una crescita intensa di teneri germogli, favorendo l'attività delle cocciniglie dell'olivo. Evitando le ferite da potatura, si diminuisce il rischio di infestazioni da parte di *E. pinguis* e

carie del legno. I residui della potatura devono essere rimossi e distrutti per evitare un'invasione di scotilidi. Gli scotilidi dell'olivo, *P. scarabaeoides* e *Hylesinus* spp, e il moscerino suggisorza dell'olivo *R. oleisuga* possono essere controllati tramite i cosiddetti «rami esca» di potatura, che devono essere eliminati o trattati con insetticidi prima che i parassiti si evolvano allo stadio adulto. Inoltre, per proteggere i germogli dell'olivo dall'attacco di *O. cribicollis* è consigliabile lasciare dei polloni sull'albero, che risultano più appetibili per questo parassita.

Anche i **metodi** e l'**epoca** di raccolta possono condizionare l'attività di insetti e agenti patogeni. Le ferite causate dalla raccolta mediante bacchiatura favoriscono lo sviluppo di *R. oleisuga*, *E. pinguis* e *P. savastanoi*. Per ridurre l'azione della mosca dell'olivo e il marciume dei frutti causato dal *Colletotrichum* spp. e di altro tipo, è consigliabile eseguire una potatura precoce; in questo modo, indirettamente, si migliora la qualità dell'olio di oliva ottenuto.

La **densità di piantagione** può incidere notevolmente sullo sviluppo di parassiti e malattie, in particolare nel caso di impianti ad alta densità che presentano aree in ombra tra le piante, con conseguente aumento della du-

rata della bagnatura fogliare e delle infezioni di agenti patogeni aerei (Trapero, 2007). Inoltre, nell'attuale scenario olivicolo, ci si chiede se parassiti e malattie considerati secondari nelle piantagioni tradizionali non possano diventare un problema rilevante nei nuovi impianti ad alta densità. Nella maggior parte dei casi, questo tipo di impianto presenta un'elevata umidità del suolo correlata all'irrigazione che può creare un ambiente favorevole per parassiti e patogeni. Allo stesso modo, la predisposizione delle piante alla mosca dell'olivo, *B. oleae*, è maggiore negli oliveti irrigati rispetto a quelli non irrigati (Santiago-Álvarez *et al.*, 2010). Esistono inoltre numerosi documenti che trattano l'esigenza di misure di controllo di nuovi parassiti (ad es. *Margaronia unionalis*) e di nuove malattie (i.e. marciume dei frutti da *Alternaria*) negli impianti ad alta densità (León *et al.*, 2007). La rogna sta diventando una delle principali avversità nei sistemi a siepone, che, a causa delle maggiori ferite provocate dalla raccolta e dalla potatura, richiedono un'intensificazione delle misure di controllo.

Le attuali **strategie di controllo dei parassiti e delle malattie** si basano ancora sull'impiego di pesticidi chimici. Tuttavia, la maggiore sensibilità del pubblico all'inquinamento e alle pro-

blematiche ambientali legate agli effetti collaterali di questi prodotti è stato l'impulso per lo sviluppo di pesticidi alternativi e innocui, dando vita al concetto di «difesa integrata» (IPDM o IPM, Integrated Pest and Disease Management). L'IPM si basa su principi ecologici e favorisce il controllo biologico attraverso nemici naturali quali predatori, parassiti, insetti patogeni e microrganismi non patogeni antagonisti o competitivi. Questa strategia comporta anche tecniche di controllo colturali volte a minimizzare lo sviluppo e la diffusione di parassiti e malattie, l'impiego di specie di piante tolleranti e l'uso sensato di pesticidi chimici.

I bioinsetticidi sono considerati la più valida alternativa di lotta antiparassitaria per gli olivi. Tuttavia, mentre virus, batteri e protozoi devono essere ingeriti con il nutrimento, i funghi entomopatogeni attaccano la pianta dall'esoscheletro, agendo per contatto e risultando pertanto un'alternativa più allettante rispetto alle sostanze chimiche. I funghi entomopatogeni svolgono un doppio ruolo come bioinsetticidi, in quanto rappresentano anche una fonte inesplorata di nuove molecole insetticide di origine naturale. Le ricerche hanno dimostrato una presenza elevata di ascomiceti mitosporici quali *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* non solo nel

suolo degli oliveti, ma anche nel filloplano dell'olivo e delle erbe infestanti. È stato inoltre dimostrato che il *B. bassiana* è un agente di biocontrollo naturale contro la tignola dell'olivo, *Prays oleae*, e la piralide dell'olivo, *Euzophera pinguis* (Quesada-Moraga e Santiago-Álvarez, 2008). I formulati rameici sono impiegati diffusamente per il controllo delle malattie dell'olivo e pertanto si rende necessario individuare un'alternativa per ridurre l'uso del rame negli oliveti. Al momento si stanno approfondendo gli studi sui prodotti naturali, sugli ammendanti organici e sui microrganismi antagonisti per la lotta di varie malattie, ma finora le applicazioni commerciali di tali prodotti sono molto poche. Di conseguenza, il controllo biologico delle malattie dell'olivo continua a rappresentare una sfida per l'olivicoltura moderna.

RACCOLTA MECCANICA NEGLI OLIVETI

La raccolta può rappresentare fino al 40% dei costi di produzione. Il tipo di sistema di raccolta adottato dipende dal tipo di oliveto (tabella 2).

I progressi ottenuti con i sistemi di raccolta delle olive non riguardano gli oliveti tradizionali. Questo tipo di

oliveto, concepito per la raccolta manuale, comporta diversi problemi a causa del terreno in pendenza che non consente la meccanizzazione. I sistemi di raccolta utilizzati in questi impianti comprendono alcuni strumenti di ausilio alla raccolta manuale, quali scuotitori e pettini.

I sistemi vibranti rappresentano i metodi di raccolta più diffusi negli oliveti (Fig. 1). Attualmente si tende a utilizzare scuotitori del tronco per far cadere le olive su tele o reti posizionate sotto le piante: è il sistema più versatile, in quanto può essere impiegato sia negli oliveti tradizionali sia in quelli intensivi. Tuttavia, l'efficienza di raccolta è ridotta negli oliveti tradizionali a causa del grande diametro del tronco e del numero di tronchi per albero e del fatto che la struttura della pianta viene predisposta per la raccolta manuale che condiziona notevolmente la trasmissione della vibrazione.

Di recente è stato sviluppato un sistema di raccolta meccanica integrale per gli oliveti tradizionali che sfrutta gli scuotitori della chioma (Fig. 2). L'efficienza di raccolta supera l'80%.

Una delle linee di ricerca più importanti nel settore olivicolo consiste nel massimizzare la percentuale di frutti rimossi. In molti casi

TABELLA 2.
Costi dei sistema di raccolta delle olive utilizzati nei diversi tipi di oliveto

Tipo di oliveto	Resa (kg/ha)	Sistema di raccolta	Costi di raccolta (€/kg frutta)
Oliveti tradizionali che non possono essere meccanizzati	1,500-3,000	Scuotitore e raccolta manuale tramite aste	0.15-0.25
Oliveti tradizionali meccanizzati	4,000-6,000	Vibratore del tronco montato su trattore	0.14-0.19
Oliveti intensivi	5,000-10,000	Vibratore del tronco semovente	0.09-0.12
Oliveti ad alta densità	8,000-10,000	Scavallatrice	0.04-0.06

l'efficienza di raccolta dipende dai parametri operativi delle macchine impiegate e dall'idoneità delle piante alla raccolta manuale (Gil-Ribes *et al.*, 2010).

La raccolta meccanica integrale prevede tre metodi: scuotitori del tronco con intercettatore a ombrello rovesciato, scuotitori del tronco laterali e scuotitori della chioma. Il metodo più utilizzato è quello a ombrello rovesciato. Le piante devono essere adattate e devono avere un tronco verticale

lungo più di 1 metro per agevolare la presa delle pinze e l'uso dell'intercettatore. Gli scuotitori laterali rappresentano un'ulteriore alternativa basata sulla vibrazione e sull'intercettazione dei frutti (Fig. 3). Questa macchina comprende due intercettatori separati che si muovono in parallelo su entrambi i lati del filare di piante e uno scuotitore del tronco montato su uno di essi.

Le scavallatrici sono macchine semoventi dotate di trasmissione idrostatica la

cui struttura copre la superficie esterna delle piante (Fig. 4). I frutti vengono rimossi da numerosi elementi battitori formati da aste ricurve, disposte a raggiera su uno o più assi, che esercitano uno scuotimento alternativo sulla chioma a bassa frequenza ed elevata ampiezza. Le olive vengono intercettate in fondo al tunnel e vengono fatte confluire nei serbatoi tramite un nastro trasportatore o scaricate sui rimorchi in modalità continua. Durante il movimento di avanzamento, un meccanismo deformabile consente la chiusura intorno al tronco, evitando la caduta e la perdita dei frutti.

Il principale vantaggio delle scavallatrici è la possibilità di un'operazione continua a velocità di 0,4-3 km/h, che consente di raggiungere un'efficienza di raccolta compresa tra il 90% e il 95% dei frutti prodotti. Per consentire a queste macchine di muovere i battitori sulle piante, la chioma deve essere di dimensioni ridotte

Fig. 1 Vibratore del tronco montato su trattore



(non più alta di 2,0-3,5 m e non più larga di 0,80-1,20 m): questo è uno dei principali problemi. Le scavallatrici di grandi dimensioni, quali quelle utilizzate negli oliveti intensivi, non hanno dato buoni risultati in Europa, anche se sono normalmente utilizzate e diffuse nei nuovi oliveti moderni ubicati in Australia e Argentina. I risultati sono promettenti, ma le dimensioni e i costi di queste macchine le rendono adatte esclusivamente a oliveti molto ampi e in piano, con scarse precipitazioni durante il periodo di raccolta.

La produzione di olive da tavola comporta limitazioni ben precise alla raccolta meccanica, a causa dei danni alla corteccia, dell'epoca precoce di raccolta e dei danni ai frutti (ammaccature). I migliori scuotitori in commercio consentono di ottenere una percentuale di rimozione compresa tra il 70% e il 75% nel caso delle olive da tavola. Se la macchina viene adeguata alla pianta e viceversa, è possibile raggiungere un'efficienza di raccolta dell'85%. ■

BIBLIOGRAFIA

De la Rosa R., León L., Guerrero N., Rallo L. and Barranco D., 2007. Preliminary results of an olive cultivar trial at high density. In: Aust. J. Agr. Res., 58, p. 392-395.

Fig. 2. Scuotitore della chioma e intercettatore adattati agli oliveti tradizionali



Fig. 3. Scuotitore del tronco con intercettatore a ombrello rovesciato (a sinistra) e scuotitore laterale (a destra) in oliveto intensivo



Fig. 4. Scavallatrice per oliveti intensivi (a sinistra) e oliveti a siepone ad alta densità (a destra)



Fernández-Escobar R. 2007. Fertilization In: *Production techniques in olive growing*. Madrid, Spain: International Olive Council, p. 145-168.

Fernández-Escobar R., 2008. Olive fertilization practices in the Mediterranean region. In: *Olivae*, 109, p. 13-22.

- Fernández-Escobar R., 2011. Use and abuse of nitrogen in olive fertilization. In: *Acta Horticulturae*, 888, p. 249-258.
- Fontanazza G., Bartolozzi F. and Vergari G., 1998. Fs-17. In: *Riv. Frutticoltura*, 5, p. 61.
- Gil Ribes J.A., López Giménez F.J., Blanco Roldán G.L. and Castro García S., 2010. Mecanización. In: *El Cultivo del Olivo*. Madrid, Spain: Mundi-Prensa-Junta de Andalucía, p. 434-506.
- Gómez J.A., Giráldez J.V. and Vanwalleghe T., 2008. Comments on "Is soil erosion in olive groves as bad as often claimed?" by L. Fleksens and L. Stroosnijder. In: *Geoderma*, 147, p. 93 – 95.
- Gómez, J.A., Llewellyn, C., Basch, G, Sutton, P.B., Dyson, J.S., Jones, C.A. 2011. The effects of cover crops and conventional tillage on soil and runoff loss in vineyards and olive groves in several Mediterranean countries. *Soil Use and Management* 27: 502 - 514
- Gucci R. and Caruso G., 2011. Environmental stresses and sustainable olive growing. In: *Acta Horticulturae*, 924, p. 19 – 30.
- Lavee S., Haskal A. and Wodner M., 1986. 'Barnea' a new olive cultivar from first breeding generation. In: *Olea*, 17, p. 95-99.
- León L., De la Rosa R., Rallo L., Guerrero N. and Barranco D., 2007. Influence of spacing on the initial productivity of hedgerow 'Arbequina' olive orchards. In: *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5, p. 554-558.
- Melgar J.C., Mohamed Y., Serrano N., García-Galavís P.A., Navarro C., Parra M.A., Benlloch M. and Fernández-Escobar R., 2009. Long term responses of olive trees to salinity. In: *Agricultural Water Management*, 96, p. 1105-1113.
- Moriana A., Orgaz F., Pastor M. and Fereres E., 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. In: *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128, p. 425 – 431.
- Quesada-Moraga E. and Santiago-Álvarez C., 2008. Hongos Entomopatógenos. In: *Control biológico de plagas*. Navarra, Spain: Phyto-ma Publicaciones de la Universidad Pública de Navarra, p. 98-120.
- Rallo L., Barranco D., De la Rosa R. and León L., 2008. 'Chiquitita' olive. In: *HortScience*, 43, p. 529-531.
- Ravetti L. and Robb S., 2010. Continuous mechanical olive harvesting in modern Australian growing systems. In: *Adv. Hort. Sci.*, 24, p. 71-77.
- Santiago-Álvarez C., Del Rio C., Casado G., Campos C. and Quesada-Moraga E., 2010. Variation of susceptibility to olive fly *Bactrocera oleae* (Gmelin) attack in ten olive Spanish commercial oil cultivars under dry and irrigated conditions. In: *IOBC/wprs Bull* , 59, p. 104.
- Trapero A. and Blanco-López M.A., 2010. Diseases. In: *Olive growing*. Junta de Andalucía / Mundi-Prensa/RIRDC /AOA, Australia. p. 521-578.
- Trapero A., 2007. Densidad de plantación y enfermedades del olivar. In: *Mercede*, 51, p. 210-213.



